

SZÁMÍTÁSTECHNIKAI

ALAPLEXIKON

IV.

JODÁL ENDRE

MESTERSÉGES INTELLIGENCIA

ALAPLAP KÖNYVEK **12**

Számítástechnikai alaplexikon IV.

Jodál Endre
Mesterséges intelligencia

Számítástechnikai alaplexikon IV.

Jodál Endre

Mesterséges intelligencia



CÉDRUS KIADÓ

Szaklektor: Szóts Miklós
Szerkesztő: Varga János
Borítóterv: Faklen Pál

ISSN 0866-434X
ISBN 963 7429 01 8 összkiadás
ISBN 963 7429 57 3 IV. kötet

© Jodál Endre, 1993

ELŐSZÓ

Az elektronikus számítógépek megjelenésével szinte egy időben felmerült a gondolat, hogyan lehetne egyes „monoton”, ismétlődő szellemi tevékenységeket az új, eleinte igen „intelligensnek” tartott gépre áthárítani. Már a kezdeti időszakban (kb. a 40-es évek közepén) egyes elméleti kutatók (köztük Neuman János, W. McCulloch és mások) véleménye szerint a számítógépek ugyanúgy információkat dolgoznak fel, mint az emberi agy. Ez a gondolat tulajdonképpen nem is volt annyira eredeti, hiszen már 1842-ben Ada Augusta (Lord Byron leánya, akit máskülönben az első programozónak tart a szakmai társadalom) feljegyezte, hogy ha Charles Babbage gépét megépítik, akkor az nemcsak számok feldolgozására lesz alkalmas, hanem minden olyan feladat megoldására, amely megfelelően ábrázolható egy jól kiválasztott szimbólumrendszer segítségével. A mesterséges intelligens rendszerek tanulmányozására és előállítására szolgáló, elméleti és műszaki diszciplínákat egyaránt magába foglaló új tudomány megszületését általában 1956 nyarára időzítik, amikor a Dartmouth College-ben tartott nyári konferencián a kor vezető kutatói meghatározták alapvető célkitűzéseit, s azóta mesterséges intelligencia (a továbbiakban MI) néven tartják számon. Ebben az időben már ismert volt a Turing-teszt néven fennmaradt probléma megfogalmazása annak eldöntésére, hogy építhető-e egyáltalán „gondolkodó” gép. A 60-as évek elejétől egyre több energiát fektettek olyan feladatok megoldására képes programok előállítására, amelyeket az ember „intelligenciája” révén old meg. Ezek között számos program született a sakk, illetve a dámajáték szimulálására, ekkor születik az általános problémamegoldó a Carnegie-Mellon Egyetemen (A. Newell, J. C. Shaw és H. Simon munkája), elkészültek a gépi fordítás első változatai stb. Bár ezek a kísérletek nem jártak a várt sikerrel az egyes konkrét feladatok kielégítő megoldásában, mégis nagymértékben hozzájárultak a szakterület elé tornyosuló megoldatlan problémák felismeréséhez. Ezek közül alapvetőek voltak a keresés fontosságának felismerése a nem algoritmizálható problémák megoldásában, illetve a tudás szerepének kikristályosodása a keresés vezérlésében. Ugyanakkor a valós világra vonatkozó tudás vizsgálata rávilágított, hogy meg kell különböztetni a szavakba foglalható ténytudást a nyelvileg nehezen vagy egyáltalán ki sem fejezhető gyakorlati, elsősorban készségekre támaszkodó tudástól. Kiderült, hogy az igen bonyolultnak tartott ténytudás viszonylag könnyen szimulálható a számítógépeken, viszont a magától értetődőnek tűnő, úgynevezett köznapi tudás modellezése szinte leküzdhetetlen akadályt jelentett.

Talán ezeknek a felismeréseknek köszönhető, hogy a kutatások lényegében elég korán két irányzatra szakadtak. Az egyik elsősorban technikai-gyakorlati jellegű, s olyan rendszerek előállítására törekszik, amelyeknek elsőrendű célja nem az emberre jellemző módszerek, eljárások hű másolása,

hanem bizonyos szellemi tevékenységek egyszerű, gyors és olcsó elvégzése. A másik irányzat továbbra is inkább elméleti jellegű, célja az emberi intelligencia működésének tisztázása, az ismeretelmélet, illetve a kognitív pszichológia állításainak kísérleti igazolása.

Ugyancsak megoszlottak a vélemények a logika szerepét illetően az ember intelligens viselkedésében. A tiszta megközelítés hívei (elsősorban J. McCarthy, P. Hayes és mások) szerint a mesterséges intelligens rendszereknek a matematikai logika szigorú pontossággal kidolgozott törvényei szerint kellene működniük, függetlenül attól, hogy ez megfelel-e vagy sem a tényleges emberi gondolkodásmódnak, tehát kitartanak a racionális emberkép mellett. A pragmatikus megközelítés viszont (leghíresebb képviselői M. Minsky és R. C. Schank) híven követné az emberre jellemző gondolkodásmódot még akkor is, ha annak semmi vagy igen kevés köze lenne a matematikai logikához. A kognitív pszichológia, illetve az MI-kutatások egyes vizsgálati eredményei még magát a szimbólummanipulációt mint az információfeldolgozás egyedül elfogadható modelljét is megkérdőjelezték, s egy másik irányzat az idegsejtek működését utánzó „mesterséges neuronokból” felépülő, párhuzamos működésű hálókból látja a tanulásra is képes, új intelligens modellt. Persze mindkét modell hívei a maguk szempontjai szerint tartják megvalósíthatónak a gondolkodó gépet, s vitájuk egyre mélyebben a filozófia területére sodródik.

A pragmatikus műszakiak a filozófiai vita hevében sem feledkeztek meg saját feladataikról. Az MI egyrészt (s talán napjainkban is még nagyrészt) műszaki tudomány, tehát célja olyan számítógépes programtermékek előállítás, amelyek bizonyos részterületeken sikeresen kiválthatják az emberi tevékenységeket. Míg az első, körülbelül a 60-as évek végéig tartó periódusban az MI-programok lényegében csak játékfeladatokat oldottak meg, a következő időszakban a kutatók is realisabb célokat tűztek ki maguk elé, amiket egy-egy szűkebb feladatosztály megoldásában rögzítettek. Így kapott új lendületet a gépi fordítás, a számítógépes nyelvészet, a rezolúcióval megvalósítható tételbizonyítás, a logikai programozás, az egyszerűbb robotok létrehozása stb. A 70-es évek végétől a kutató laboratóriumokból a gazdasági vérkeringésbe is kilépő, szűkebb szakterületeken meglepő „intelligenciával” rendelkező programtermékek, az úgynevezett szakértőrendszerek is megjelentek, s ma már az ember részvétele nélküli gyártó-szerelő robotsorok is legfeljebb műszaki érdekességként hatnak. Nem is szólva az űrhajózás eddig elért eredményeiről.

Látványos megvalósításai ellenére az MI lényegében alig negyvenéves múlttal rendelkező fiatal tudomány. Átfogó, didaktikus jellegű tankönyv nemigen ismeretes, a részterületekre jellemző ismeretanyag inkább szakfolyóiratokból, konferenciákon bemutatott tanulmányokból szerezhető be.

A mesterséges intelligens rendszert – alaplexikonunk IV. köteteként – elsősorban a tanulóifjúság eligazodását segítő bocsátjuk útjára.

A

A* keresés (A* search) – olyan $\rightarrow$ optimumkeresés, amely figyelembe veszi a már megtett utak $\rightarrow$ költségét is. Az $\rightarrow$ állapottér minden egyes csomópontjának vonatkozásában kiértékelődik egy $f(n) = g(n) + h'(n)$ alakú kifejezés, ahol $g(n)$ jelöli a kezdőállapottól az n csomópontig bejárt út költségét, a $h'(n)$ pedig a célíg becsült költséget. (A $h'(n)$ tag képviseli tkp. a problémamegoldásban használt $\rightarrow$ heurisztikát.) Más szavakkal $f(n)$ a becsült költsége annak a legrövidebb útnak, amely a kezdőállapottól pont az n csomóponton keresztül vezet a célba. A keresés úgy zajlik le, hogy minden csomópont kiterjesztésekor (vagyis az utódcsomópontok generálásakor) kiszámítják az $f(n)$ értékét minden utódra vonatkozóan, majd a minimális értéket mutató csomópontot vizsgálják. Az $\sim$ bizonyíthatóan mindig az optimális megoldás megtalálásával ér véget, feltéve, hogy létezik megoldás, és a $h'(n)$ becsült érték nem haladja meg a célíg vezető tényleges költséget. A módszer nagy hátránya a térkomplexitása, hiszen a teljes OPEN listát meg kell őrizni (ebből a szempontból hasonlít a $\rightarrow$ horizontális kereséshez). E hátrány csökkentésére két módszer ad lehetőséget. A $\rightarrow$ nyalábolt keresés az OPEN listára felvett csomópontok közül csak az első m legjobbnak bizonyulót veszi figyelembe. Így, amikor az OPEN listára új csomópont kerülne, és az m hely már foglalt, a leggyengébbnek bizonyult csomópontot kizárják a listáról. A másik módszer a $\rightarrow$ mélységnövelő A* keresés néven ismeretes, és egyesíti a teljeskörű $\rightarrow$ mélységnövelő vertikális keresést a költségkiértékeléssel.

ábécé (alphabet) – valamely természetes v. mesterséges nyelv végső alapja: azon primitív elemek (szimbólumok) véges, nemüres és rendezett halmaza, amelyekből az illető nyelv kifejezései (mondatok) felépülnek. Az $\sim$ elemeiből képezhető véges sorozatokat rend-

szert szavaknak hívják, ezeknek bizonyos része $\rightarrow$ jólképzett füzér.

absztrakció (abstraction) – a megismerés egyik alapvető módszere, a tudományos vizsgálódásnak, a $\rightarrow$ fogalmak alkotásának alapja, az emberre jellemző egyik legfontosabb mentális tevékenység, ill. annak terméke. Lényegében a valós világ objektumainak, jelenségeinek bizonyos, az adott vizsgálódás szempontjából lényeges sajátosságainak kiemelése, ill. a lényegtelenek elhanyagolása.

absztrakt [adat]típus (abstract [data] type) – egyes korszerű programozási nyelvekben az a lehetőség, hogy a programozó saját [adat]típusait meghatározza. E meghatározásnak vonatkoznia kell nemcsak a felvehető értékekre, hanem az ezekkel elvégezhető műveletekre is. Gyakorlati megvalósítása általában transzparens a felhasználó számára. Az $\sim$ jelentősége abban áll, hogy a felhasználó adatainak ábrázolásától független programok írhatók, s a konkrét ábrázolásmód megváltoztatása nincs kihatással a programokra. Az $\sim$ fogalmát terjeszti ki tkp. az $\rightarrow$ objektumorientált programozás is az $\rightarrow$ egységbezárás implementálásával.

absztrakt szintaxis (abstract syntax) – J. McCarthy által 1962-ben bevezetett fogalom a programozási nyelvek $\rightarrow$ szintaxisának leírására, amelyben az értelmezés az elsőrendű cél, nem a programok tényleges megjelenési formája. A fogalom a természetes nyelvekre is kiterjeszthető. Olyan $\rightarrow$ nyelvtan, amely elsősorban a nyelvi jelenségek minél átfogóbb, pontosabb leírására összpontosít, figyelmen kívül hagyva a számítógépes modellezés ($\rightarrow$ szintaktikai elemzés) megvalósíthatósági, ill. hatékonysági szempontjait (ezekkel a $\rightarrow$ konkrét szintaxis foglalkozik).

adatvezérelt feldolgozás (data-directed processing) – $\rightarrow$ alulról-felfelé feldolgozás

adatvezérelt keresés (data-directed search) – a $\rightarrow$ reprezentációs gráf bejárás irányja szempontjából a $\rightarrow$ keresés olyan változata, amely az $\rightarrow$ állapotter $\rightarrow$ kezdőállapotából (gyökércsomópontjából) indul ki, s halad a $\rightarrow$ célállapot(ok) felé. (Szinonimája az $\rightarrow$ előrehaladó keresés.)

adatvezérelt produkciós rendszer (data-directed production system) – olyan $\rightarrow$ produkciós rendszer, amelyben a globális adatbázis induláskor a megoldandó feladat $\rightarrow$ kezdőállapotát tartalmazza, majd a $\rightarrow$ produkciós szabályok sorozatos alkalmazása révén, állapotról állapotra változva, a megoldást jelképező $\rightarrow$ célállapotba jut. Nem elég hatékony, mert sok szabályt feleslegesen is kipróbál, használata akkor indokolt, ha a megoldandó feladat egyetlen célállapota sem ismeretes. (Szinonimája az $\rightarrow$ előrehaladó produkciós rendszer.)

aktív memóriamorzsa (active memory chip) – $\rightarrow$ NON-VON architektúra

aktor formalizmus (actor formalism) – $\rightarrow$ nyitott rendszereknek párhuzamos feldolgozáson alapuló modellezésére kidolgozott elmélet, amely egyesíti magában a $\rightarrow$ funkcionális, ill. az $\rightarrow$ objektumorientált programozás legfontosabb eleveit. A modell alapeleme az önálló feladatvégzésre képes, ún. aktor, amely hasonló típusú elemekkel kölcsönhatásban fejti ki tevékenységét. Alapvető tevékenységei: más aktorokkal lebonyolított kommunikáció, új aktorok létrehozása, ill. a következő kommunikációegységet végrehajtó aktor kijelölése. Az egész modell lényegében az egymással állandó kölcsönhatásban lévő, kommunikálni képes aktorok hálózatára épül, amelyben minden résztvevő csak a környezetéből származó felszólítás (üzenet) következtében fejti ki hatását. Ez a hatás az egész rendszer dinamikus állapotváltozásában nyilvánul meg.

akusztikus elemzés (acoustic analysis) – a $\rightarrow$ beszédmegértés alapvető fázisa. Feladata a folytonos akusztikus jel

olyan szegmentálása, amely lehetővé teszi a nyelvi alapelemek, a fonémák azonosítását. A kiejtés tanulmányozása igazolta, hogy a kiejtett fonémák erősen befolyásolják (torzítyják) egymást, miközben létrejön a folytonos akusztikus jel. Így ennek újra lebontása igen nehéz feladat. Az egyik megoldási kísérlet éppen erre alapul, amennyiben először jól kiválasztott mintamondatok kiejtéséből próbálja kiszűrni a beszélő jellegzetességeit, majd tkp. $\rightarrow$ mintafelismeréses alapon végzi a fonémák azonosítását. Ugyanakkor ugyanannak az egyénnek a hanghordozása, hangszíne, beszédsebessége stb. igen könnyen befolyásolható belső, ill. külső hatások révén, s mindez erősen növeli az akusztikus információ bizonytalanságát.

alakfelismerés (pattern recognition) – $\rightarrow$ mintafelismerés

alap-átmenetháló (basic transition network, BTN) – $\rightarrow$ rekurzív átmenetháló

alapértelmezett következtetés (default reasoning) – a $\rightarrow$ következtetés (ill. $\rightarrow$ gondolkodás) azon típusa, amely lehetővé teszi elfogadható következmények megállapítását akkor is, ha azok nem következnek szigorúan az előfeltételekből. Az ~ alapvető jelentőségű az olyan helyzetekben is, amikor nemteljes v. bizonytalan információk alapján kell következtetni, v. amikor a következtetés során bizonytalan szabályokat kell használni ($\rightarrow$ valószínű következtetés). Az emberek szinte rutinszerűen használják akkor, amikor csak részleges információk alapján kell dönteniük, s rendszerint nem bizonyított általánosításokkal hidalják át a tudásukban fellelhető réseket. (Ezek az általánosítások rendszerint statisztikai-valószínűségi megfigyeléseken alapulnak.) Ilyen általánosítás pl. a következő kijelentés: „a madarak (általában) repülnek”, ami nem jelenti sem azt, hogy „minden madár repül”, sem azt, hogy „minden, ami repül, madár”. Ennek ellenére, az esetek nagy részében elfogadható az a következtetés, hogy ha a fel-

tétel: „X madár”, akkor a következmény: „X repül”. (Ez nem tévesztendő össze a következő kijelentésekkel: „a legtöbb madár repül”, v. „létezik bizonyos valószínűsége annak, hogy valami repül, ha az madár”.). Az ~nek mesterséges rendszerekben való implementálására több javaslat született, ezek nagyjából két osztályba sorolhatók: logikaalapú, ill. mérésalapú megközelítések. Az első csoportba a $\rightarrow$ nemmonoton logikát alkalmazó rendszerek tartoznak. Ennek gyakorlati vetülete abban jelentkezik, hogy az $\rightarrow$ ismeretbázisba beépített általánosításokat speciális bejegyzéssel egészítik ki. Pl. „ha X madár, és nincs olyan információ, ami ennek ellentmondana, akkor X repül”. A mérésalapú megközelítések abból indulnak ki, hogy az ismeretbázisban jelenlévő feltételezések csak bizonyos mértékben tekintendők igaznak, s ezt súlyozással fejezik ki (rendszerint 0 és 1 közötti valós értékkel). A következtetés során ezek az információk terjednek, s kihatással vannak a következmények igazságtartalmára.

alapértelmezett logika (default logic) – $\rightarrow$ logika, $\rightarrow$ alapértelmezett következtetés

alapfogalom (basic concept) – $\rightarrow$ fogalom

alaplóz (ground clause) – olyan $\rightarrow$ klóz, amely nem tartalmaz változókat, tehát felépítésében csak $\rightarrow$ alaplitérálok vesznek részt. Alapvető jelentősége a $\rightarrow$ rezolúcióban az, hogy $\rightarrow$ procedurális csatolással közvetlenül kiértékelhető.

alaplitérál (ground literal) – olyan $\rightarrow$ litérál, amely nem tartalmaz változókat.

alappéldány (ground instance) – valamely $\rightarrow$ klóz $\rightarrow$ helyettesítéssel nyerhető olyan formája, amelyben már nem szerepelnek változók.

alfa-béta visszametszés (alpha-beta pruning) – a $\rightarrow$ játékfákra kidolgozott, de bármilyen elágazású fára is általánosítható, optimáló eljárás, amelynek lényege a további $\rightarrow$ mélységi keresés szempontjából értéktelen részfák kiiktatása,

$\rightarrow$ visszametszése. Lényegében a $\rightarrow$ minimax eljárás $\rightarrow$ heurisztikán alapuló javított változata, amelynek formális meghatározását J. McCarthy dolgozta ki. Az „értéktelen” részfák meghatározása a csomópontok értékére bevezetett alsó (alfa) és felső (béta) korlát alapján történik ($\rightarrow$ alfa-metszés, $\rightarrow$ béta-metszés).

alfa-metszés (alpha cutoff) – $\rightarrow$ alfa-béta visszametszés

alkalmazott ismeretelmélet (applied epistemology) – a MI-nak, mint tudománynak egyes amerikai szerzők által használt alternatív elnevezése.

állapottér (state space) – az általános feladatmegoldásban használatos formalizmus, ill. módszer, a $\rightarrow$ feladattér legegyszerűbb típusa. Lényegében a nemdeterminisztikus feladatok olyan megfogalmazása, amely a hagyományos adatfeldolgozásban a feladat-specifikációnak felel meg. A megoldandó feladat egyértelmű és teljes leírása jelenti az ill. probléma $\rightarrow$ kezdőállapotát, a megoldás(ok) pedig a $\rightarrow$ célállapot(oka)t. A megoldási eljárás során a probléma közbenső állapotokon halad át, az egyik állapotból a másikba való átmenetet a feladatra jellemző operátorok (műveletek, szabályok) alkalmazása biztosítja. A kezdő- és célállapotok, a közbenső állapotok, ill. az átmeneteket biztosító operátorok összessége képezi az illető probléma ~ét, a megoldás pedig lényegében nem más, mint az operátorok egy olyan sorozatának a meghatározása, amely biztosítja a kezdőállapotból (valamelyik) célállapotba való átmenetet. Az ~ ábrázolására rendszerint olyan $\rightarrow$ gráfot ($\rightarrow$ fát) használnak, amelyben a csomópontok jelentik az állapotokat, a csomópontokat összekötő élek pedig az operátorokat (ez az ún. $\rightarrow$ reprezentációs gráf). Ezt a gráfot sokszor VAGY gráfnak is nevezik, mert a feladatmegoldónak adott csomópontban csak egy operátort kell alkalmaznia a csomópontból kiinduló élek által képviselt operátorok közül. Az operátorokhoz (élekhez) $\rightarrow$ költségek kapcsol-

hatók, amelyek szintén a megoldandó feladat alapvető jellemzői (általában valamilyen fogyó erőforrás – idő, úthossz, üzemanyag stb.). Az egyszerűbb kezelhetőség érdekében, ha a feladat természetete megengedi, az ~et faszerkezettel ábrázolják, ahol a kezdőállapotot a gyökércsomópont, a célállapotokat pedig a levélcsomópontok képviselik. Az átalakítás ára olykor az lehet, hogy ugyanazt az állapotot a fa több csomópontja is képviselheti.

általánosított átmenetháló (generalized transition network, GTN) – elemek strukturált sorozatainak felismerésére alkalmas $\rightarrow$ automata, a $\rightarrow$ bővített átmenetháló általánosítása, amely absztrakt keresési terek leírására alkalmas. Olyan alkalmazásokban használható, ahol a felismerési eljárás nem redukálható szimbólumok lineáris sorozatára (pl. két-dimenziós matematikai egyenleteknél, vizuális jelenetek felismerésénél stb.).

általánosított henger (generalized cylinder, GC) – testek $\rightarrow$ volumetrikus leírásában használt speciális grafikus primitíva. ~ elvileg úgy állítható elő, hogy tetszőleges síkidomot valamilyen térgörbe mentén elmozdítanak, v. magát a síkidomot változtatják elmozdulás közben.

általánosított mondat szerkezetű nyelvtan (generalized phrase-structure grammar, GPSG) – a természetes nyelvek $\rightarrow$ szintaxisának leírására a 80-as évek elején kifejlesztett formalizmus, lényegében a $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvek elemzésére kifejlesztett $\rightarrow$ mondat szerkezetű nyelvtan bővített változata. A $\rightarrow$ transzformációs nyelvtanoktól eltérően, egyetlen környezetfüggetlen nyelvtan segítségével építi fel az összes lehetséges $\rightarrow$ felszíni szerkezetet. Alapvető jellegzetessége, hogy a szintaktikai kategóriákat jegy-érték rendezett párosokkal definiálja, ahol az érték atomi szimbólum v. kategórianév lehet (pl.: eset-tárgyeset). A jegyek együttes előfordulását bizonyos feltételek (az ún. $\rightarrow$ jegy-előfordulási megszorítások) sza-

bályozzák, amelyek általánosak v. nyelvspecifikusak lehetnek. Ezek a feltételek lényegében a jegyspecifikációkkal képzett Boole-kifejezések. Belső ábrázolásra a már ismert $\rightarrow$ szintaxisfákat használja, amelyekben a csomópontokat a kategóriák nevével címkézik. A részfák helyi jólformáltságát a $\rightarrow$ közvetlen dominanciának, ill. a $\rightarrow$ lineáris precedenciának nevezett nyelvtani szabályok, továbbá egy fontos konvenció, az ún. $\rightarrow$ jegyspecifikációs alapértelmezés határozzák meg. Az ~t, az angolon kívül sikeresen használták a francia, a német, a kínai, a japán stb. nyelvek leírására.

általánosított problémamegoldó (generalized problem solver, GPS) – az emberre jellemző problémamegoldás modellezésére A. Newell, J. C. Shaw és H. A. Simon által a 60-as évek elején kidolgozott elmélet, amely adott problémaköri tudásra alapozva problémák egész osztályára próbál megoldást adni. Az emberre jellemző problémamegoldást úgy próbálja utánozni, hogy általános módszereket alkalmaz konkrét feladatokra. (Néhány érdekes eredmény ellenére ez a megközelítés nem vezetett átütő sikerre, s a figyelem a $\rightarrow$ szakértőrendszerek felé fordult.) Központi elve az $\rightarrow$ eszköz-cél elemzés, vagyis olyan operátorsorozat előállítása, amely lépésről lépésre csökkenti az adott kezdő-, ill. célállapot közötti különbséget, s lényegében a $\rightarrow$ produkciós rendszer tudásalapú vezérlésére vezethető vissza ($\rightarrow$ figyelem-összpontosító következtetés).

alternatíva (alternative) – 1. Valamely vonatkozásban egyaránt lehetséges, de megvalósulásukban egymást kizáró cselekmények, megoldások v. választások, ill. ezek bármelyike. – 2. $\rightarrow$ Diszjunkció.

alulról-felfelé feldolgozás (bottom-up processing) – általános rendszerfejlesztési stratégia, amely az építkezést a legalsó logikai (és funkcionális) szinten kezdi, s halad az összetettebb szintek felé. Az alkalmazási területtől függően más-más elnevezést kapott, az

eredeti ~ a $\rightarrow$ szintaktikai elemzéstől származik: az a stratégia, amely a $\rightarrow$ szintaxisfát a $\rightarrow$ terminális szimbólumokból kiindulva a gyökércsomópont (mondatszimbólum) felé haladva építi fel (ezért $\rightarrow$ összevonó elemzésnek nevezik). Az információgyűjtésben a stratégia elnevezése $\rightarrow$ eseményvezérelt feldolgozás. A $\rightarrow$ produkciós rendszerek elméletében az ~t alkalmazó rendszert $\rightarrow$ adatvezérelt produkciós rendszernek hívják, a megfelelő következtetési stratégia pedig az $\rightarrow$ előrehaladó következtetés, v. $\rightarrow$ előreláncolás. A $\rightarrow$ keresés elméletében használt kifejezések az $\rightarrow$ adatvezérelt keresés, ill. az $\rightarrow$ előrehaladó keresés. Összefoglalva: a szakirodalomban szinonimaként használt minősítők: „alulról-felfelé”, „előrehaladó”, „adatvezérelt”, „eseményvezérelt”, ill. „összevonó”.

analógiaalapú tanulás (learning by analogy) – a $\rightarrow$ fogalomképzés olyan formája, amelyben a tanuló már ismert, hasonló $\rightarrow$ fogalom meghatározásában eszközölt bizonyos változtatások útján jut új ismeretek birtokába. Lényegében a deduktív és az induktív stratégiák kombinált alkalmazásának is tekinthető. Bizonyos fogalmak összehasonlítása alapján induktív következtetés útján meghatározhatók azok a jellegzetességek, amelyek alapján egy újabb, általánosabb fogalom határozható meg, majd ebből deduktív módon lehet eljutni újabb fogalmakhoz. Jellegzetes példa az elektromos áramkörök tanulmányozása a közlekedő edények alapján.

analóg modell (analogue model) – olyan $\rightarrow$ modell, amelyben a szimulálandó jelenséget olyan fizikai folyamatokkal helyettesítik, amelyeknek törvényszerűségei formálisan megegyeznek az eredeti jelenségével ($\rightarrow$ kvantitatív fizika, $\rightarrow$ kvalitatív fizika).

antagonisztikus játék (antagonistic game) – olyan $\rightarrow$ játék, amelyben a játékosok érdekei alapvetően ellentétesek, vagyis ki-ki a nyereségét csakis a másik

rovására tudja megvalósítani. A MI szempontjából legérdekesebb ~ok a $\rightarrow$ kétszemélyes teljes információjú játékok (pl. a sakk, a $\rightarrow$ dámajáték, egyes kártyajátékok stb.).

antropomorf robot (anthropomorphic robot) – $\rightarrow$ emberszabású robot

a posteriori valószínűség (a posteriori probability) – valamely jelenségre vonatkozó gyakorlati, tapasztalati megfigyeléseken alapuló valószínűség ($\rightarrow$ Bayes-féle döntési módszer). (Szinonimája az $\rightarrow$ empirikus valószínűség.)

a priori valószínűség (a priori probability) – eleve ismert, v. valamely jelenség alapvető tulajdonságai alapján pontosan kiszámítható valószínűség ($\rightarrow$ Bayes-féle döntési módszer). (Szinonimája a $\rightarrow$ matematikai valószínűség.)

asszociatív háló (associative network) – a $\rightarrow$ szemantikus háló általánosítása révén nyert ábrázolási formalizmus

asszociativitás törvénye (associative law) – $\rightarrow$ ekvivalens formulák

asszociatív memória (associative memory) – olyan memóriatípus, amelynél egy-egy rekesz azonosítása saját tartalma alapján történik, vagyis a cím szerepét a tárolt információ v. annak egy része veszi át. ~nál az adatok tárolási sorrendje tetszőleges, hosszadalmas keresési eljárásokra nincs szükség. A MI-kutatások területén különleges jelentőséget tulajdonítanak az ~nak, mind elméleti, mind gyakorlati szempontból. Elméleti jelentősége elsősorban abban áll, hogy a $\rightarrow$ kognitív pszichológia vizsgálati eredményei alapján az emberi agy működése is hasonló elven alapszik. Gyakorlati jelentősége a keresési eljárások gyorsításában nyilvánul meg. $\rightarrow$ Tudásalapú rendszerekben az ~ modellezésére használt egyik fontos eljárás a $\rightarrow$ min-tavezérelt visszakeresés.

átíró szabály (rewriting rule) – $\rightarrow$ helyettesítési szabály

atom (atom) – valamely adott típusú feldolgozás szempontjából oszthatatlan

információmennyiség (adat). Az elnevezés a $\rightarrow$ LISP programozási nyelvből származik, ugyanis ott az $\sim$ -ok olyan osztathatlan objektumokat képviselnek, amelyekhez attribútumokat lehet rendelni, s amelyek között bizonyos összefüggések állapíthatók meg. (Más megközelítésben sokszor a strukturálatlan adatokat is $\sim$ -oknak nevezik.)

atoml formula (atomic formula) – valamely $\rightarrow$ formális nyelv szintaktikai kategóriája, képzésére a nyelv szintaxisa ad szabályokat ($\rightarrow$ predikátumkalkulus). A logikai műveletek szimbólumaival $\rightarrow$ molekuláris formulába építhető.

automata (automaton) – általános értelmezésben információfeldolgozásra kifejlesztett berendezések és eljárások tanulmányozására szolgáló absztrakt matematikai $\rightarrow$ modell. Nemformális definíciója szerint olyan absztrakt gép, amely pontosan azokat a szimbólumsorozatokat képes elfogadni, ill. generálni, amelyek a modellezett nyelvhez tartoznak. Alapvető jellemzői: a felvehető állapotok halmaza; a bemeneti egység, amely egyszerre egy szimbólumot képes fogadni; a vezérlőegység, amely elemzi a bemeneten fogadott szimbólumot, s ennek függvényében biztosítja az átmenetet egy újabb állapotba; egy esetleges memória, amelyben a vezérlőegység szimbólumokat tárolhat későbbi feldolgozás céljából. Az $\sim$ erejét lényegében a memória, ill. az arra vonatkozó műveletek komplexitása határozza meg. Bizonyított tény, hogy a $\rightarrow$ mondatszerkezetű nyelvtanok $\rightarrow$ Chomsky-hierarchiájában definiált minden nyelvtannak megvan a neki megfelelő komplexitású $\sim$ típusa. Ennek az ekvivalenciának nagy gyakorlati jelentősége van a $\rightarrow$ szintaktikai elemzők számítógépes implementálásánál. Formális definíciója szerint az $\sim$ olyan (A, S, V, k, f, g) hatos rendszer, amelyben:

A: a bemenő szimbólumok halmaza;

S: az $\sim$ lehetséges állapotainak halmaza;

V: a válaszként adható szimbólumok halmaza;

k: az $\sim$ kezdőállapota, $k \in S$;

g: az a leképezés, amellyel az $\sim$ az S halmazt a V-re leképezi,

$v = g(s)$, $v \in V$, $s \in S$;

f: az a leképezés, amellyel az $\sim$ az $A \times S$ Descartes-féle szorzatot az S halmazra képezi le

$g = f(s, a)$, $a \in A$, $s \in S$, $g \in S$.

Az $\sim$ -k legegyszerűbb, a $\rightarrow$ matematikai nyelvészetben jelentős szerepet játszó osztályát a $\rightarrow$ véges állapotú automaták képezik, amelyeknél a bemenőszimbólumok halmaza (A), az állapotok halmaza (S), ill. a válaszok halmaza (V) egyaránt véges halmaz.

automatikus programozás (automatic programming) – programtermékek részben v. teljesen gépesített megvalósítása bizonyos feladat-specifikációk alapján. Tekintettel arra, hogy az intelligens, tanulni képes rendszerek elképzelhetetlenek egy ilyen komponens nélkül, az $\sim$ a MI-kutatások egyik legfontosabb jelenlegi, de még inkább jövőbeli területe. Több elméleti megközelítése lehetséges. A formális specifikációk alapján végzett programszintézis általában a $\rightarrow$ predikátumkalkulust használja, s a célprogramot logikai lépések sorozataként építi fel. A példák alapján történő programszintézis az általánosítás és a tanulás modellezésére épül. A természetes nyelvű dialógusokra épülő módszer az informális leírásokból szűri ki az információkat, és alakítja át őket formális specifikációkká (szorosan kapcsolódó kutatási terület a $\rightarrow$ természetesnyelv-megértés). A gépi asszisztens módszertanában az emberi programozó feladata bizonyos formális specifikációk, ill. implementálási döntések meghatározása, majd ezek alapján a számítógépre hárul a kapott specifikációk konzisztenciájának ellenőrzése, a megfelelő adatstruktúrák, ill. vezérlőszervezetek kiválasztása és végrehajtható programba szintetizálása.

automatikus tételbizonyítás (automated theorem proving, ATP) – a MI-kutatások egyik alapvetően fontos részterülete, tkp. olyan gépesíthető, általános eljárás, amellyel mechanikus módon lehet matematikai tételeket belátni ($\rightarrow$ tételbizonyítás). Lényegében adott problémának a matematikai logika egy résznyelvén (gyakorlatilag $\rightarrow$ klóznyelven) kifejezett leírása, ill. logikai következtetés-alapú megoldása, amelyben a megoldáshoz szükséges ismeretanyagot egy $\rightarrow$ axiómarendszer, a megoldandó feladatot pedig egy bizonyítandó formula ($\rightarrow$ nyitott mondat) képviseli. Ez utóbbiban a $\rightarrow$ szabad változók azok a paraméterek, amelyeknek meghatározása a probléma megoldását jelenti. Az $\sim$ elsősorban a $\rightarrow$ rezolúción alapuló kalkulusra épül, de folytak kísérletek más típusú kalkulusokkal is (pl. szemantikus táblákkal).

axióma (axiom) – 1. Valamely tudományág más fogalomra vissza nem vezethető, elsődleges $\rightarrow$ fogalma, amely tapasztalatból leszűrt, bizonyítás nélkül elfogadott állításra vonatkozik. Az $\sim$ k egy minimális számú, jól kiválasztott rendszere ($\rightarrow$ axiómarendszer) alapján a tudományág összes többi fogalma, ill. állítása értelmezhető, ill. bizonyítható. A modern axiomatika egyik alapelve az, hogy az $\sim$ k nem feltétlenül abszolút igaz-

ságok, hanem olyan tételek, amelyeket bizonyítás nélkül elfogadnak, majd ezekből levezetik az összes többi, az adott tudományágra vonatkozó tételt. Az axiomatika másik alapelve, hogy bizonyos fogalmakat alapfogalmakként, definíció nélkül fogadnak el, az $\sim$ k pedig éppen ezeknek alapvető tulajdonságait írják le. – 2. $\rightarrow$ Kezdőszimbólum.

axiómarendszer (axioms system) – valamely tudományág, elmélet szempontjából megfelelően kiválasztott, minimális számú $\rightarrow$ axióma összessége, amely az illető tudományág v. elmélet megalapozását szolgálja. Egy $\sim$ rel szemben általában három alapvető követelmény támasztható: függetlenség: valamely axiómát ne lehessen levezetni az illető axiómát eltávolító $\sim$ ből; ellentmondásmentesség: az $\sim$ ből ne lehessen levezetni egy állítást és annak tagadását is; teljesség: az $\sim$ ből levezetett bármely állításról eldönthető legyen annak igaz v. hamis volta.

axiomatikus elmélet (axiomatic theory) – valamely tudományágban kidolgozott olyan elmélet, amelyben rögzítettek egy $\rightarrow$ axiómarendszert, s megadták a $\rightarrow$ következtetési szabályok rendszerét ($\rightarrow$ logikai rendszer). Az $\sim$ levezetéssel ($\rightarrow$ következtetéssel) nyerhető formulái a $\rightarrow$ tételek.

B

β -szabály (β -rule) – a $\rightarrow$ lambda-kalkulus axiómája. Olyan redukciós szabály, amelynek alkalmazásával a λ -kifejezések ekvivalens kifejezésekkel alakíthatók át. A $\sim$ szerint az F függvény értéke kiszámítható bármely N argumentumértékre úgy, hogy az M kifejezésben x minden szabad előfordulását N-nel behelyettesítik.

Backus-Naur Forma (Backus-Naur Form, BNF) – J. W. Backus által 1959-ben javasolt formalizmus (metanyelv), amely a programozási nyelvek mondatai számára szintaktikai, ill. szerkezeti leírást adott. (1963-ban használták először az ALGOL nyelv szintaxisának formális leírására, majd rövidesen a fordítóprogramok, ill. értelmezőprogramok fejlesztésének legfontosabb eszköze lett.) A $\sim$ tkp. a $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvtan jelölési változata, amely meghatározó szerepet játszik a természetes nyelvek számítógépes, ill. MI-megközelítésű modellezésében is. E két irányzat között lényegi eltérés mutatkozik. Az elsőnél tkp. a CFG-nyelveknek csak egy, kétértelműségtől mentes alosztállyal foglalkoznak (ide tartoznak lényegében az összes programozási nyelvek, az adatbázis-lekérdezések bizonyos nyelvei stb.). A második irányzat a legáltalánosabb CFG-nyelvekkel foglalkozik, elsősorban azok megértésének szempontjából. (Szinonimája a $\rightarrow$ Backus-normálalak.)

Backus-normálalak (Backus normal form) – $\rightarrow$ Backus-Naur Forma

balkezes rendszer (left-hand system, LHS) – a $\rightarrow$ drótvázrajz ábrázolás egyik változata.

bal-lineáris nyelvtan (left-linear grammar) – olyan $\rightarrow$ reguláris nyelvtan, amelynek $\rightarrow$ helyettesítési szabályai jobb oldalán a $\rightarrow$ nemterminális szimbólum csakis a bal szélső pozíciót foglalhatja el.

balrekurzíó (left recursion) – $\rightarrow$ generatív nyelvtanok olyan $\rightarrow$ helyettesítési szabálya, amelyben ugyanaz a $\rightarrow$ nemterminális szimbólum a bal, ill. a jobb oldalon egyaránt megjelenik, a jobb oldalon pedig a sorozat bal szélső pozícióját foglalja el.

Bayes-féle döntési módszer (Bayesian decision method) – a $\rightarrow$ valószínű következtetés modellezésére szolgáló numerikus formalizmus, amely a kijelentésekben rejlő bizonytalanság jellemzésére numerikus értéket használ, s módszert ad a következmények megbízhatóságának kiszámítására (az $\rightarrow$ a priori, ill. $\rightarrow$ a posteriori valószínűségek felhasználásával, a valószínűségszámítás törvényei alapján). Tehát a $\rightarrow$ véleményekhez rendelt bizonyossági tényező értéke a $[0,1]$ intervallumba esik, a biztosan igaz kijelentést az 1-es érték jellemzi, ill. két különböző, egymással inkompatibilis vélemény bizonyosságát az egyes vélemények bizonyosságának összege adja, számszerűen: $P(A \text{ vagy } B) = P(A) + P(B)$. A tagadás bizonyosságát a $P(\neg A) = 1 - P(A)$ kifejezéssel lehet kiszámítani. A $\sim$ t előnyösen alkalmazzák az ok-okozati összefüggések modellezésére ($\rightarrow$ Bayes-féle háló).

Bayes-féle háló (Bayesian network) – olyan $\rightarrow$ irányított hurokmentes gráf, amelyben a csomópontok kijelentéseket, az irányított élek pedig az összekötött csomópontok közötti okozati összefüggéseket képviselnek. Előnyösen alkalmazható adott terület ok-okozati összefüggéseinek ábrázolására, ill. segítségével $\rightarrow$ okfejtő következtetést lehet végezni.

bázisnyelvtan (base grammar) – a $\rightarrow$ transzformációs nyelvtan elméletének központi fogalma. Lényegében olyan $\rightarrow$ környezetfüggetlen v. $\rightarrow$ környezetfüggő len (tkp. $\rightarrow$ mondatszerkezetű) nyelvtan, amely a leírt nyelv $\rightarrow$ mélyszerkezeteit (alapmondatait) definiálja, ill. előállítja.

behelyettesítési szabály (substitution rule) – az $\rightarrow$ elsőrendű logikában

használható $\rightarrow$ következtetési szabály, amelynek két változata ismeretes. Az egyedi $\sim$ formája:

$$\frac{A(X, Y, \dots)}{A(B, Y, \dots)}$$

értelmezése pedig: ha $A \rightarrow$ érvényes formula, akkor egy változó minden előfordulásának tetszőleges formulával történő behelyettesítése révén szintén érvényes formulát lehet előállítani. A szimultán $\sim$ ugyanezt mondja ki arra az esetre, amikor egyidejűleg több változót helyettesítenek tetszőleges formulákkal.

BELLE – a Bell Laboratóriumokban kifejlesztett sakkprogram, amely 1983-ban megnyerte a számítógépes sakkvilágbajnokságot és mesteri fokozatot ért el.

bemenő minta (input pattern) – $\rightarrow$ jellegkiemelés, $\rightarrow$ mintafelismerés

beszédfelismerés (speech recognition) – akusztikus információk olyan feldolgozása, amely az információhordozó közegeként kizárólag a beszédhullámot veszi figyelembe (tehát a nyelvi $\rightarrow$ szemantikát elhanyagolja). Ilyen megközelítésben a $\sim$ lényegében egyszerű $\rightarrow$ mintafelismeréses eljárás (szemben a $\rightarrow$ beszédmegértéssel), amelyben előzőleg tárolt izolált szavak, szókapcsolatok, szokványos kifejezések mintáit hasonlítják össze a bemeneti mintákkal.

beszédmegértés (speech understanding) – elvileg olyan eljárás, amely a kommunikációt akusztikus formájából a jelentésábrázolás valamilyen formájába alakítja (nem tévesztendő össze a $\rightarrow$ beszédfelismeréssel). Tkp. a $\rightarrow$ természetesnyelv-megértést terjeszti ki írott szövegekről elhangzó szövegekre is. Mint eljárás a $\rightarrow$ beszédszintézis fordítottjaként is felfogható, tehát elvi felépítése is azonos: az akusztikus elemek felismerése és a fonémák elhatárolása jelenti az első lépést, ezt követi a fonetikus-morfológiai elemzés, majd az adott nyelvre jellemző fonéma-morféma lexi-

kon alapján a szimbólumsorozatok előállítása; ezek $\rightarrow$ szintaktikai elemzése útján előállítják a $\rightarrow$ felszíni szerkezetet, majd megfelelő $\rightarrow$ transzformációknak alávetve a $\rightarrow$ mélyszerkezetet; az ezután következő $\rightarrow$ szemantikai elemzés révén szűrik ki a jelentéstartalmat, amelyet a $\rightarrow$ tudásábrázolás valamilyen formalizmusával ábrázolnak. A $\sim$ talán legkevésbé ismert fázisa az $\rightarrow$ akusztikus elemzés, hiszen a hanghordozás (intonáció), a hangszín, a kiejtési mód, a beszédsebesség stb. mind olyan tényező, amely az akusztikus információ bizonytalanságát növeli. Ilyen körülmények között az akusztikus elemzés is csak valószínűségi lehet.

beszédmegértő rendszer (speech understanding system, SUS) – $\rightarrow$ beszédmegértést modellező számítógépes rendszer

beszédszintézis (speech synthesis) – természetes nyelvű mondatok akusztikus generálása, a $\rightarrow$ természetesnyelv-generálás kiterjesztése az írott szövegekről a kiejtett (hangzó) szövegekre. Legegyszerűbb módszere a beszédminták előzetes rögzítése és az alkalmazás által meghatározott ütemű visszajátszása (lényegében nem is $\sim$, egyszerű akusztikai kivétel). Javított változata a beszédhullámok parametrikus ábrázolása (frekvencia, idő), amellyel bizonyos tonalitás is biztosítható az akusztikus kivételnek. Ez a módszer lehetővé teszi a $\rightarrow$ szöveg-beszéd konverziót is. A MI-kutatások szempontjából vett tényleges $\sim$ viszont az emberre jellemző akusztikus információközlésre vonatkozik, s tkp. a természetesnyelv-generálást szöveg-beszéd konverzióval kiegészítve tanulmányozza. Ebben a megközelítésben a $\sim$ elvi felépítése a következő: az adekvát $\rightarrow$ ismeretbázis alapján előállítják az információt hordozó $\rightarrow$ mélyszerkezetet, majd megfelelő $\rightarrow$ transzformációk révén a $\rightarrow$ felszíni szerkezetet; ezt morfológiai-fonetikus elemzésnek vetik alá, majd az adott nyelvre jellemző morféma-fonéma

lexikon alapján állítják elő a fonetikusan kódolt formát.

béta-metszés (beta cutoff) – $\rightarrow$ alfa-béta visszametszés

betűrés (wrapping) – $\rightarrow$ fejnyelvtan

bikondicionális (material biconditional) – $\rightarrow$ ekvivalencia

bináris fa (binary tree) – olyan $\rightarrow$ fa, amelyben minden szögpontból legfeljebb két él ágazik el, vagyis minden szögponthoz legfeljebb két részfa csatlakozhat.

bináris rezolúció (binary resolution) – olyan $\rightarrow$ rezolúciós stratégia, amely a két $\rightarrow$ szülő klózból a $\rightarrow$ rezolvens klóz képzéséhez a rezolválandó $\rightarrow$ literálnak csak egy-egy előfordulását választja ki, még akkor is, ha az valamelyik szülőben többször is szerepel. A $\sim$ a $\rightarrow$ faktorizációval tehető teljessé, s vele kombinálva alkalmazzák a $\rightarrow$ klóznyelvekben. A $\sim$ eljárását J. Robinson dolgozta ki a 60-as évek elején olyan számítógépes rendszerek előállítására, amelyek a $\rightarrow$ klóznyelv két állítása alapján új tényeket, viszonyokat képesek generálni ($\rightarrow$ automatikus tételbizonyítás).

bizonyossági tényező (certainty factor, CF) – a valós világra vonatkozó információk ($\rightarrow$ tények, $\rightarrow$ szabályok, $\rightarrow$ kényszerek stb.) megbízhatóságát jellemző attribútum. $\rightarrow$ Tudásalapú rendszerekben a $\rightarrow$ valószínű következtetés alapja. A $\sim$ t alkalmazó egyik legismertebb formalizmus a $\rightarrow$ Bayes-féle döntési módszer, amelyben a bizonytalanságot a valószínűségszámítás törvényei alapján kezelik. Az orvosi diagnosztika területén szintén numerikus $\sim$ t használnak, de kezelésére más kalkulusokat fejlesztettek ki (pl. $\rightarrow$ utalási határozottság, $\rightarrow$ gyakorisági súly).

bizonytalansági logika (fuzzy logic) – a $\rightarrow$ többértékű logika egyik alosztálya, amelyet L. A. Zadeh dolgozott ki a 80-as évek elején, a természetes nyelvek mondataiban szereplő fogalmak pontatlanságainak kezelésére. A szerző kiinduló elgondolása olyan halmazokra vonatko-

zott, amelyek nem definiálhatók pontosan, ill. a hozzátartozás is bizonytalan, ezért a hozzátartozás mértékét valamilyen folytonos függvénnyel definiálta. Alapvető jelentősége van a $\rightarrow$ térbeni következtetés, ill. a nemlineáris folyamatok modellezésében. (Szinonimája a fuzzy logika.)

Boltzmann-gép (Boltzmann machine) – sajátos felépítésű párhuzamos számítógép-architektúra, amelynek elemei kétállapotú feldolgozó egységek (processzorok), s amely a hosszútávú tudást a processzorok közötti kapcsolatok erejében fejezi ki. Alapvetően abban különbözik a $\rightarrow$ kapcsolat-géptől, hogy az egyes processzorok adott időpontban állapotát valószínűség jellegű döntési szabályok váltják ki. Jelentősége elsősorban abban áll, hogy hatékonyan implementálhatók rajta a valószínűségszámítás törvényei, s ennek alapján a tanulás egy elég hatékony modellje.

BORIS – komplex elbeszélő szövegek megértésére, majd a tartalomra vonatkozó kérdések megválaszolására 1982-ben kifejlesztett program ($\rightarrow$ szövegmegértés).

bővített átmenetháló (augmented transition network, ATN) – olyan $\rightarrow$ rekurzív átmenetháló, amelyhez részeredmények, részstruktúrák tárolására alkalmas regisztereket kapcsoltak, továbbá az éleket feltételekkel és tevékenységekkel látták el (pl. a bemenő elemekre vonatkozó tesztek eredményétől teszik függővé az átmeneteket). Modelljét W. A. Woods fejlesztette ki a 70-es évek elején. A $\sim$ bizonyíthatóan alkalmas bármely $\rightarrow$ rekurzívan felsorolható nyelv elemzésére, azaz $\rightarrow$ Turing-gép erősségű. A $\sim$ volt az első nyelvtani formalizmus, amely a $\rightarrow$ transzformációs nyelvtanok $\rightarrow$ mélyszerkezeteinek előállítására is alkalmas, s ugyanakkor számítógépes megvalósítása is megfelelő hatékonyságú. (A $\rightarrow$ döntési fák olyan általánosításának tekinthető, amely lehetővé teszi a rekurzi-

vitást, a ciklusképzést, a regiszterkezelést és az utak újrakombinálását.) Egy ~ általános leírását a BNF-formalizmussal a következőképpen lehet megadni:

```

<ATN> := (<állapot><állapot>*)
<állapot> := (<állapotnév><él><él>*)
<él> := (CAT <kategória><teszt>*(TO <állapotnév>))|
        (WRD <szó><teszt>*(TO <állapotnév>))|
        (PUSH <állapotnév><teszt>*(TO <állapotnév>))|
        (POP <kifejezés><teszt>)|
        (JUMP <állapotnév><teszt>)|
<teszt> := (VERIFY <feltétel>)|<akció>
<akció> := (SETR <regiszter><kifejezés>)|
        (SEDR <regiszter><kifejezés>)|
        (<operátor><kifejezés>*)
<kifejezés> := <eredeti-fűzér>|<aktuális-fűzér>|
        (BILDQ <minta><kifejezés>*)|
        (GETR <regiszter>)|
        (<operátor><kifejezés>*)
<operátor> := <használói operátor>

```

Az éleken megjelenő teszt sikertelensége megtiltja az átmenetet a következő állapotba. Az akciók segítségével a különböző regiszterekben lehet tárolni bizonyos részelemeket, majd onnan visszatöltve folytatni az elemzést. A különböző gyakorlati megvalósításokban

más típusú élek is definiálhatók. A ~ igen hatékony formalizmusnak bizonyult, ezért általánosították nem nyelvészeti területeken való felhasználásra is ($\rightarrow$ általánosított átmenetháló). Speciális, modularizált változata a $\rightarrow$ teraszos bővített átmenetháló.

bővített mondat szerkezetű nyelvtan (augmented phrase structure grammar, APSG) – a természetes nyelvek $\rightarrow$ szintaxisának kezelésére a 80-as évek elején kidolgozott, alapvetően transzformációmentes olyan nyelvtanok elmélete, amelyek a $\rightarrow$ mondat szerkezetű nyelvtan különböző irányú kiterjesztésével, bővítésével jól kezelhető formalizmusokat képeztek egyes nyelvi jelenségek adekvát kezelésére. A legfontosabb irányzatokat az $\rightarrow$ általánosított mondat szerkezetű nyelvtan, a $\rightarrow$ fabővítő nyelvtan, a $\rightarrow$ fejnyelvtan, a $\rightarrow$ lexikális-funkcionális nyelvtan, a $\rightarrow$ funkcionális unifikációs nyelvtan stb. képviselik.

C

CADUCEUS – orvosi tanácsadásra 1985-ben kifejlesztett →szakértőrendszer, amely az →INTERNIST rendszer tapasztalatait fejlesztette tovább.

cáfolati gráf (refutation graph) – a →rezolúció során előállított →klózek (köztük az →üres klóz) grafikus ábrázolására használt →gráf: csomópontjai az üres klóz levezetésében használt kiinduló, ill. →rezolvens klózeket tartalmazzák, míg élei a rezolvensképzés műveleteinek felelnek meg. A ~ tkp. az üres klóz egy lehetséges levezetését ábrázolja, így a →rezolúciós gráfnak csak egy részgráfja.

cáfoló eljárás (refutation procedure) – általános →tételbizonyítási eljárás. Lényege az, hogy egy tétel bizonyítottnak tekinthető akkor, ha negáltja (tagadása) ellentmondás (→érvényes formula, →kielégíthetetlen formula). Az egyik legfontosabb, az →automatikus tételbizonyításban használt ~ a →rezolúció.

célállapot (goal state) – az →állapot-tér formalizmusát használó feladatábrázolásban valamely megoldást jelentő állapot. Egyes feladattípusoknál a ~okat explicit módon meg lehet adni, míg másoknál csak a →célfeltétellel lehet körülírni.

célfeltétel (goal condition) – az →állapot-tér formalizmusát használó feladatábrázolásban a megoldást jelentő állapotok (→célállapotok) halmazát leíró kifejezés. Jelentősége elsősorban az olyan típusú feladatoknál van, amelyeknél a célállapotokat nem lehet explicit módon megadni, csak bizonyos feltételekkel leírni. Pl. a 8-királynő problémánál a ~t az a kikötés jelenti, hogy a táblán elhelyezett királynők ne üssék egymást.

célvezérelt feldolgozás (goal-directed processing) – →felülről-lefelé feldolgozás

célvezérelt keresés (goal-directed search) – a →reprezentációs gráf bejárás iránya szempontjából a →keresés

olyan változata, amely az →állapot-tér ismert →célállapotából indul ki, s halad a gyökércsomópont (→kezdőállapot) felé. (Színimája a →visszahaladó keresés.)

célvezérelt produkciós rendszer (goal-directed production system) – olyan →produkciós rendszer, amelyben a globális adatbázis induláskor a megoldandó feladat egyetlen és ismert →célállapotát tartalmazza, majd a →produkciós szabályok inverzeinek sorozatos alkalmazása révén, állapotról állapotra változva, eljut a feladatot jellemző →kezdőállapotba. (Színimája a →visszahaladó produkciós rendszer.)

CHES 4.5 – a 70-es évek végén kidolgozott sakkprogram, amely →mélységnövelő vertikális keresést alkalmazott.

Chomsky-hierarchia (Chomsky hierarchy) – a →matematikai nyelvészet →generatív modelljének egyik fontos elméleti eredménye, a →formális nyelvtanok osztályozása a →helyettesítési szabályok formája alapján. N. Chomsky dolgozta ki 1959-ben, aki a nyelvtanokat négy osztályba sorolta a helyettesítési szabályok formájára tett megszorítások természete alapján, s így megteremtette a formális nyelvelmélet alapjait. 1) 0-típusú nyelvtan: a legáltalánosabb →mondat-szerkezetű nyelvtan, helyettesítési szabályaira semmilyen megszorítás nem vonatkozik. A szabályok formája: $X \rightarrow Y$, ahol $X \in N \cup T$, $Y \in (N \cup T)^*$ vagyis a bal oldalon →terminális és →nemterminális szimbólumok tetszőleges, nem üres sorozata áll, míg a jobb oldalon szintén tetszőleges, esetleg üres szöveg is megengedett (lényegében bármely sorozat bármivel helyettesíthető). Az ilyen nyelvtan →megszorítás nélküli nyelvtan néven ismeretes, számító-gépes megvalósítására számos formalizmust javasoltak (pl. →transzformációs nyelvtan, →bővített átmenetháló, →füzér-bővítő nyelvtan, →metamorfózis nyelvtan stb.). Bizonyíthatóan a →Turing-géppel

ekvivalens nyelvtan, amely generálni képes az összes $\rightarrow$ rekurzívan felsorolható nyelvet. 2) 1-típusú nyelvtan: olyan mondat szerkezetű nyelvtan, amelyben egy-egy nemterminális szimbólum helyettesítése függ az azt körülvevő környezettől. A szabályok formája: $ZAW \rightarrow ZXW$, ahol $A \in N$, $Z, W, X \in (N \cup T)^*$ vagyis az A nemterminális szimbólum a $Z-W$ környezetben helyettesíthető az X terminális és/vagy nemterminális szimbólumok sorozatával. Az ilyen szabályok alapvető tulajdonsága, hogy a jobb oldalon legalább annyi szimbólumot tartalmaznak, mint a bal oldalon. Az ilyen nyelvtan $\rightarrow$ környezetfüggő v. $\rightarrow$ hossznövelő nyelvtan néven ismeretes, s a $\rightarrow$ lineárisan korlátos automatával ekvivalens nyelvtan. 3) 2-típusú nyelvtan: olyan mondat szerkezetű nyelvtan, amelyben egy-egy nemterminális szimbólum egyértelműen helyettesíthető az azt körülvevő környezettől függetlenül. A szabályok formája: $A \rightarrow X$, ahol $A \in N$, $X \in (N \cup T)^*$ vagyis az A nemterminális szimbólum bárhol helyettesíthető az X terminális és/vagy nemterminális szimbólumok akár üres sorozatával. Az ilyen szabályok alapvető tulajdonsága, hogy a bal oldalon csak önmagukban álló nemterminális szimbólumok állhatnak. Az ilyen nyelvtan $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvtan néven ismeretes, s a $\rightarrow$ nemdeterminisztikus veremautomatával ekvivalens nyelvtan. 4) 3-típusú nyelvtan: a legegyszerűbb mondat szerkezetű nyelvtan. A szabályok formája: $A \rightarrow x$ v. $A \rightarrow xB$ v. $A \rightarrow Bx$, ahol $A, B \in N$, $x \in T$, vagyis az A nemterminális szimbólum csak önmagában álló terminális szimbólummal v. egy terminális és egy nemterminális szimbólumpárossal helyettesíthető. Az ilyen nyelvtan $\rightarrow$ reguláris (v. $\rightarrow$ lineáris) nyelvtan néven ismer-

etes, s a $\rightarrow$ véges állapotú automatával ekvivalens nyelvtan. A $\sim$ szerint a nyelvtanok úgy származtathatók egymásból, hogy a helyettesítési szabályok formájára újabb és újabb megszorításokat tesznek. Így nyilvánvaló, hogy minden nyelvtani osztály a felette álló osztály részal-maza.

Chomsky-normálalak (Chomsky normal form) – a $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvtanok egyik szűkített változata, amelynél a $\rightarrow$ helyettesítési szabályok jobb oldalán v. két $\rightarrow$ nemterminális szimbólum v. egy $\rightarrow$ terminális szimbólum található. Egy ilyen nyelvtannal bizonyíthatóan bármely környezetfüggetlen nyelv előállítható, kivéve az üres sorozat levezetését (ezt általában külön szabállyal szokták definiálni).

Church-Rosser tétele (Church-Rosser theorem) – a $\rightarrow$ lambda-kalkulus egy fontos tulajdonságát kimondó tétel, amelyet A. Church és J. B. Rosser bizonyított. A $\sim$ kimondja: ha az M kifejezés kétféle módon redukálható N_1 -re, ill. N_2 -re, akkor N_1 és N_2 egy közös P -kifejezéssé redukálható. Ebből azonnal következik, hogy ha egy kifejezésnek van normálalakja, akkor az az egyedüli normálalak. Általános értelemben minden $\rightarrow$ formális nyelv, amelyre definiált a redukció művelete, Church-Rosser tulajdonságú (v. konfluens), ha alkalmazható rá $\sim$.

CONNIVER – az $\rightarrow$ általános problémamegoldó számára G. J. Sussman által kifejlesztett programozási nyelv (ill. $\rightarrow$ modell), a $\rightarrow$ PLANNER kiterjesztett változata. Megtartotta a $\rightarrow$ tényadatbázist, ill. a $\rightarrow$ procedurális adatbázist, újításai: elvetette az automatikus $\rightarrow$ visszalépegetést, a problémamegoldás vezérlését pedig a fejlesztő hatáskörébe helyezte át.

CS

csomópont-ki terjesztés (node expansion) – a $\rightarrow$ gráfkeresés módszerében a $\rightarrow$ keresőgráf lépésenkénti felépítésének eszköze. Lényegében az adott csomópont összes utódcsomópontjának létrehozását jelenti, a csomópontra alkalmazható összes operátor felhasználásával.

csoportosítás (clustering) – az $\rightarrow$ osztályozás speciális típusa, amelynél az $\rightarrow$ osztályozási kritériumról nem lehet eldönteni az unicitás feltételét. Így csoportok képezhetők egy adott osztályon belül,

ill. több osztály szintjén is, vagyis egy egyed szimultán több csoporthoz is tartozhat. Ez a több csoporthoz tartozás nem érinti (módosítja) azokat a tulajdonságokat, amelyek alapján az egyedet adott osztályba sorolták, viszont olyan másodlagos, környezetfüggő, esetleg időleges tulajdonságokat is meghatároz, amelyek elengedhetetlenek bizonyos $\rightarrow$ következtetési eljárásokban.

csukló-koordináták (joint coordinates) – $\rightarrow$ robotok kinematikájában a forgó és csúszó csatlakozások leírására használt koordináta-rendszer.

D

δ -gráf (-graph) – olyan $\rightarrow$ reprezentációs gráf, amelyben egy csomópontból csakis véges számú él indulhat ki, az élekhez pedig mindig csak pozitív $\rightarrow$ költségek kapcsolódnak. E megszorítások tkp. minden, a számítástechnika módszereivel kezelhető gyakorlati feladatra érvényesek.

dáma játék (checkers game) – $\rightarrow$ két-személyes teljes információjú játék, amely valószínűleg a régi Egyiptomból származik. Egyike a legelső játékoknak, amelyeket a MI tanulmányozott.

dedukciól alapú tanulás (learning by deduction) – a $\rightarrow$ fogalomképzés olyan formája, amelyben a tanuló már meglévő és/vagy újonnan beszerezett ismeretekből dedukció révén jut új $\rightarrow$ fogalom birtokába. Az eljárás egyik jellegzetes példája a matematikai problémák megoldása, ahol a meglévő igaz tények alapján új igazságok vezethetők le, amelyek maguk is beépülnek az eredeti tudásbázisba. Másik jellegzetes példa a magyarázatok útján szerzett új ismereteké, amelyek szintén már eleve ismert tényekre támaszkodnak.

deduktív érvelés (deductive argument) – bizonyos számú $\rightarrow$ premissza és az azokból logikailag származtatható $\rightarrow$ konklúzió rendszere. A $\sim$ akkor és csakis akkor érvényes, ha bármely olyan $\rightarrow$ interpretációban, amelyben a premisszák igazak (v. igazaknak elfogadottak), a konklúzió is igaz (v. igaznak elfogadott). A premisszák tényleges $\rightarrow$ igazságértéke nem kizárólagos függvénye a valós világ tényeinek: bizonyos állításokat eleve igaznak lehet feltételezni, s ezekre is épülhet $\sim$. Az állítások igazságtartalmának vizsgálatával (eldöntésével) a $\rightarrow$ szemantika foglalkozik.

deduktív következtetés (deductive reasoning) – olyan $\rightarrow$ következtetés, amely általános érvényű premisszákból indul ki, és egyedi jellegű következményhez vezet.

definitklóz nyelvtan (definite clause grammar, DCG) – természetes nyelvek elemzésére a $\rightarrow$ PROLOG-rendszerekben hatékony elemzőmechanizmus megvalósítására alkalmas formalizmus, a $\rightarrow$ metamorfózis nyelvtan speciális formája. Lényegében a $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvtan olyan kiterjesztése, amely az $\rightarrow$ átírószabályokat PROLOG-klózek formájában használja ($\rightarrow$ logikai nyelvtan). A definitklóz tkp. olyan állítás, amelynek bal oldalán csak egyetlen $\rightarrow$ atomi formula állhat, tehát formája: $\rightarrow$ nemterminális szimbólumtörzs, ahol a törzs egy v. több – egymástól vesszővel elválasztott – atomi formula (tkp. nemterminális és/vagy $\rightarrow$ terminálisok egy sorozata), értelmezése pedig a következő: a törzs a bal oldalon álló nemterminális szimbólum egy lehetséges formája. Ezenkívül a jobb oldalon megjelenhetnek kapcsos zárójelekkel határolt eljáráshívások is, amelyek a szabály érvényességét meghatározó feltételeket értékelik ki. Minden $p(x) \rightarrow q(x)$ alakú nyelvtani szabály beolvas egy-egy füzért, elemzi, majd generál egy olyan részeredményt, amely esetleg további elemzést is igényel. A $\sim$ elsősorban elemző gépezet, amelynek generatív ereje a $\rightarrow$ Turing-gépével megegyezik, s így a $\rightarrow$ bővített átmenetháló alternatívájaként lehet használni. Az elemző eljárás annak bizonyítására redukálódik, hogy a beolvasott füzér érvényes és $\rightarrow$ jólképzett mondat az adott szintaxis szempontjából. Maga a $\sim$ az adott szintaxis leírására szolgál, míg az említett bizonyítási eljárást a PROLOG-rendszer következtető mechanizmusa biztosítja. Kiterjesztett változatai: az $\rightarrow$ extrapozíciós nyelvtan, a $\rightarrow$ hézagos nyelvtan, a $\rightarrow$ módosító szerkezetű nyelvtan stb.

deklaratív szabály (declarative rule) – $\rightarrow$ szabály

deklaratív tudás (declarative knowledge) – intelligens rendszerekbe épített ismeretek alaptípusa ($\rightarrow$ tudásábrázolás). Ezeket az ismereteket rendszerint adatstruktúrákhoz hasonló szimbolikus

adatstruktúrákhoz hasonló szimbolikus formában ábrázolják, amelyeken feladatfüggetlen, általános érvényű formális következtető eljárások működnek. A legismertebb ~t képviselő formalizmusok: a $\rightarrow$ feladattér ($\rightarrow$ állapottér, ill. $\rightarrow$ probléma-redukciós tér), a $\rightarrow$ produkciós rendszerek, a $\rightarrow$ logikai rendszerek ($\rightarrow$ matematikai logika) stb. Egyes feladattípusoknál a ~ kizárólagos alkalmazása feldolgozhatatlanul nagy adatmennyiséghez vezethet, ezért eljárásos formalizmusokkal kombinálják (pl. $\rightarrow$ PLANNER, $\rightarrow$ CONNIVER, $\rightarrow$ szemantikus hálók, $\rightarrow$ keretalapú ábrázolás stb.). A $\rightarrow$ metatudás elemeinek beépítésével a ~ egyre nagyobb részarányú az intelligens rendszerekben.

dekompozíciós szemantika (decompositional semantics) – $\rightarrow$ felbontási szemantika

démon (demon) – programozástechnikai szempontból olyan önálló, autonóm folyamat (eljárás), amely más hasonló egységekkel párhuzamosan, azokkal kölcsönhatásban futhat. A hagyományos programozási nyelvekből ismert eljárásokkal szembeni alapvető jellegzetessége az, hogy nem az egymás közötti explicit v. implicit hívások révén, hanem valamilyen minta illeszkedése, ill. előre definiált helyzet megvalósulása alapján aktivizálódnak. Tkp. a ~ saját maga figyeli a vonatkozó eseményt, s megfelelő időpontban önmagát aktivizálja. (Valami hasonló elven alapulnak a hagyományos operációs rendszerekben a megszakítások, ill. a periférius egységek vezérlése.)

DENDRAL – a 60-as évek közepén kidolgozott $\rightarrow$ szabályalapú $\rightarrow$ szakértőrendszer a molekuláris szerkezetek megállapítására tömegspektroszkópikus adatok, ill. mágneses rezonancia alapján.

de Morgan-törvények (de Morgan's laws) – $\rightarrow$ ekvivalens formulák

denotáció (denotation) – $\rightarrow$ individuumnév

deontikus logika (deontic logics) – $\rightarrow$ nemklasszikus logika

derivált mondat (derived sentence) – $\rightarrow$ mondatforma

determinisztikus eljárás (deterministic procedure) – olyan eljárás, amelynek eredményét teljes mértékben meghatározzák a bemenő adatok és a kiinduló (ill. aktuális) állapot.

determinisztikus játék (deterministic game) – olyan $\rightarrow$ játék, amelyben a játékosok által választott stratégiák a játszmakimenetelét egyértelműen meghatározzák.

determinisztikus környezetfüggetlen nyelv (deterministic context-free language) – a $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvek azon részhalmazához tartozó nyelv, amelyet $\rightarrow$ determinisztikus veremautomatával fel lehet ismerni. Lineáris időben felismerhető, a $\rightarrow$ reguláris nyelveknél bővebb nyelvosztályt képvisel.

determinisztikus program (deterministic program) – olyan (számítógépes) program, amelynek a végrehajtás alatti, időben bekövetkező állapotváltozásai előre meghatározhatók, vagyis a kezdőállapot, ill. a bemenő adatok ismeretében a program által szolgáltatott eredmények előre kiszámíthatók.

determinisztikus véges állapotú automata (deterministic finite-state automation, DFA) – a $\rightarrow$ véges állapotú automata olyan változata, amelynél az aktuális állapot és a beolvasott szimbólum egyértelműen meghatározzák a következő állapotot. (Ellenkező esetben $\rightarrow$ nemdeterminisztikus véges állapotú automatáról van szó.)

determinisztikus veremautomata (deterministic push-down automaton) – olyan $\rightarrow$ veremautomata, amelynek következő lépése egyértelműen meghatározható. Segítségével a $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvek egy részhalmaza ismerhető csak fel ($\rightarrow$ determinisztikus környezetfüggetlen nyelv).

digitalizálás (digitization) – általában analóg adatok átalakítása digitális (nu-

merikus) adatokká: rendszerint a folytonos fizikai jel mintavételezése révén valamely mérhető fizikai jellemzőjének mérőszámait ábrázolják numerikus kódolással. Különleges jelentőségű a $\rightarrow$ képfeldolgozásban a grafikus információk $\sim$ a, amelynek két alapvető formája ismeretes. A koordináta- $\sim$ főként vonalas ábrák (műszaki rajzok, térképek, kapcsolási rajzok stb.) feldolgozására alkalmas. Digitális információként az ábra bizonyos pontjainak koordinátáit használják. A raszteres $\sim$ elsősorban tónusos ábrák (fénykép- v. röntgenfelvételek stb.) feldolgozására alkalmas. A kép egészét elemi pontokra bontják, majd e pontok pozícióját, tónusát (fényssűrűségét), esetleg színösszetételét alakítják át numerikus értékekké. A grafikus információ $\sim$ a külön problémát is felvet: a digitális információelemek önmagukban még nem fejezik ki a képi információ jelentéstartalmát, tehát $\rightarrow$ képmegértéshez még nem elégségesek. Rendkívül bonyolult programok szükségesek ahhoz, hogy a képi információelemek digitális átalakítása mellett együttes jelentésüket is kódolni lehessen.

digráf (digraph) – az $\rightarrow$ irányított gráf alternatív elnevezése ($\rightarrow$ gráf)

dinamikus modell (dynamic model) – időben lefolyó jelenségek vizsgálatára használt matematikai $\rightarrow$ modell. Lényege az, hogy figyelembe veszi az állapotváltozók időtől függő természetét. Formális definíciójára, ill. kezelésére a $\rightarrow$ nemklasszikus logikának különleges ága alakult ki ($\rightarrow$ temporális logika). Az $\rightarrow$ időbeni következtetés modellezésére számos $\sim$ t javasoltak, a legfontosabbak a $\rightarrow$ sztuációkalkulus, az $\rightarrow$ objektumtörténet stb.

diszjunkció (disjunction) – olyan $\rightarrow$ logikai művelet (ill. kétargumentumú $\rightarrow$ logikai függvény), amelynek értéke akkor igaz, ha legalább az egyik argumentum értéke igaz. Ha P és Q $\rightarrow$ ítéletek, akkor a $\sim$ jelölése $P \vee Q$ („P vagy Q”), $\rightarrow$ igazságtáblázata pedig:

P	Q	$P \vee Q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

(Szinonimái a $\rightarrow$ logikai összeadás, ill. az $\rightarrow$ alternatíva.)

diszjunktív normálalak (disjunctive normal form, DNF) – az $\rightarrow$ elsőrendű logika olyan formulája, amely csak egyszerű $\rightarrow$ konjunkciók $\rightarrow$ diszjunkciója. (Az egyszerű konjunkció csak $\rightarrow$ literálokat tartalmazhat.) Bizonyíthatóan minden formulának van $\sim$ ja, s ennek alapján eldönthető, hogy az eredeti formula $\rightarrow$ érvényes formula-e.

disztributivitás törvénye (distributive law) – $\rightarrow$ ekvivalens formulák

divergens alkotás (divergent production) – J. P. Guilford intelligenciamodelljében ($\rightarrow$ intelligencia) a gondolati műveletek osztályába sorolt intelligenciátényező, amely a nem algoritmizálható, több (esetleg végtelen sok) megoldással is rendelkezhető problémák kezelési készségére vonatkozik. Az ilyen feladatok elsősorban alkotó, kreatív tevékenységet követelnek meg a problémák megoldójától. Számítógépes modellezése a MI-kutatások egyik fontos területe (szemben a $\rightarrow$ konvergens alkotással, amely elsősorban a hagyományos számítástechnika területe).

döntéscsomópont (decision node) – $\rightarrow$ formális döntéselemzés

döntéselmélet (decision theory) – a bizonytalanság körülményei között hozható logikai választások tanulmányozására kidolgozott elmélet, ill. formalizmus. Gyökerei a 18. századig nyúlnak vissza (J. Bernoulli), axiomatikus megközelítése azonban csak a 20. század közepén indult meg (Neumann J., J. O. Morgenstern, H. Raiffa, L. J. Savage stb. munkássága nyomán). Alapvető célkitűzése az intelligens viselkedés leírása. Ebből következik legkomolyabb elmentmondása is: a megfigyelt, potenciáli-

san hibás, sokszor előreláthatatlan emberi viselkedés, ill. az olyan döntéshozó előrelátható viselkedése között, aki (v. amely) konzisztens $\rightarrow$ axiómarendszer alapján hozza döntéseit. Egyik fontos részterülete a $\rightarrow$ játékelmélet. A $\sim$ elvi jelentőségű eredménye a $\rightarrow$ formális döntéselemzés módszertana.

döntési fa (decision tree, DT) – döntési tevékenységeket használó algoritmusok, viselkedések ábrázolására faszervezetet alkalmazó formalizmus. Lényegében a megoldandó feladatra jellemző állapotok strukturált ábrázolása. A $\sim$ csomópontjai formálisan három típusúak lehetnek. A döntéscsomópontok olyan állapotoknak felelnek meg, amelyekben a döntéshozónak megfelelő mennyiségű és minőségű információ áll rendelkezésére az optimális tevékenységek kiválasztására. Az esélycsomópontok olyan események, állapotok leírására szolgálnak, amelyekben a döntéshozónak csak valószínűségi esélyei vannak a helyes döntés meghozatalára, v. a valós világnak a döntéshozó számára ismeretlen állapotaira vonatkoznak. (Az algoritmikusan megoldható feladatok $\sim$ iből természetesen az ilyen típusú csomópontok hiányoznak.) A levélcsomópontok a döntéssorozat eredményeit, a valós világ előrelátott v. csak prognosztizált állapotait képviselik. A $\sim$ élei az alternatív tevékenységeket képviselik, amelyekhez a feladat megoldására gyakorolt hatásukat minősítő attribútumok kapcsolódnak. A döntéscsomópontok éleit konkrét érté-

kek, az esélycsomópontokét valószínűségi, statisztikai értékek minősíthetik ($\rightarrow$ heurisztika). A megoldást képviselő vezérlés (rendszerint valamilyen típusú $\rightarrow$ keresés) a $\sim$ gyökércsomópontjából indul, és a döntéseknek megfelelő részfákon haladva jut az eredményekhez. Jellemzőes $\sim$ pl. a $\rightarrow$ játékfa.

drótvázrajz ábrázolás (wire-frame representation) – térbeli objektumoknak a számítógép kijelzőjén alkalmas ábrázolására használt módszer, lényegében a test csúcspontjainak egyenes szakaszokkal összekötött körvonala. A pontok ábrázolására térkoordinátákat használnak, a rendszernek két változata ismeretes. Az egyik, az ún. $\rightarrow$ jobbkezes rendszer, amelynél a pozitív z-koordináták a képernyő síkjától eltávolodva növekszenek, a másik a $\rightarrow$ balkezes rendszer, amelynél a képernyő síkja előtt a negatív z-koordináták találhatók. Mindkettőnél az x-y koordináták a képernyő síkjában vannak, az x-koordináták balról jobbra, az y-koordináták alulról felfelé növekszenek. A pontok, ill. az azokat összekötő szakaszok grafikus adatbázist képviselnek, amelyen különböző transzformációs eljárásokat definiálnak (eltolás, léptékváltoztatás, forgatás stb.). Az adatbázisban grafikus primitívák hierarchikus, komplex viszonyokat is kifejező rendszere építhető fel (pl. az élek megfelelő címkézésével és értelmezésével), amely – megfelelő $\rightarrow$ szakértőrendszerrel összekapcsolva – tudásalapú tervezőrendszerbe integrálható.

E

egzisztenciális kvantifikáció (existential quantification) – az a szintaktikai művelet, amelynek révén a $\rightarrow$ nyitott mondatot a kvantifikált változó ($\rightarrow$ individuum-változó) legalább egy megengedett értékre igaznak lehet tekinteni. Szintaktikai jelölése az illető mondatnak az $\rightarrow$ egzisztenciális kvantorral történő prefixálása:

$$\Delta x[P(x)]$$

értelmezése: a P kijelentés ($\rightarrow$ predikátum) az x változó legalább egy megengedett értéke mellett igaz. A prefixumot követő, zárójelekkel határolt mondat az $\sim$ hatásköre.

egzisztenciális kvantor (existential quantifier) – a $\rightarrow$ predikátumkalkulus jellemző $\rightarrow$ kvantora, jelentése pedig az, hogy a $\rightarrow$ kötött változónak van (létezik) legalább egy olyan megengedett értéke, amelyet behelyettesítve a $\rightarrow$ predikátum $\rightarrow$ igazságértéke igaz. Általánosan elterjedt jelölése: $\exists$ Jelen kötetünkben: Δ

egyedi fogalom (individual concept) – a $\rightarrow$ fogalmi hierarchia legalsó szintjén elhelyezkedő $\rightarrow$ fogalom, amelynek példányai (egyedei) a valós világ összetevői.

egyértelmű nyelvtan (unambiguous grammar) – olyan $\rightarrow$ generatív nyelvtan, amelyben az általa generált nyelv bármely $\rightarrow$ felszíni szerkezetéhez egyetlen $\rightarrow$ szintaxisfa rendelhető.

egyesítés (unification) – 1. A $\rightarrow$ tételbizonyítás egyik alapvető eljárása, amelynek célja egy $\rightarrow$ egyesítő (tkp. a $\rightarrow$ legáltalánosabb egyesítő) meghatározása adott $\rightarrow$ jólformált formulahalmaz számára. Formális algoritmus a következő (P és Q az egyesítendő formulák, α pedig az esetleg megtalált egyesítő):

1. α legyen az $\rightarrow$ üres helyettesítés;

2. ha $P\alpha$ és $Q\alpha$ azonosak, akkor vége(α);

3. $\rightarrow$ különbségi halmaz képzése;

3.1. ha tP és tQ egyike sem változó, akkor vége(hiba);

3.2. ha tP tartalmazza tQ-t v. fordítva, akkor vége(hiba);

3.3. $\alpha_1 := (tP/tQ)$ v. $\alpha_1 := (tQ/tP)$; $\alpha_1 := \alpha_1$;

3.4. ugrás 2.-re.

Az algoritmus balról jobbra haladva összehasonlítja az egyesítendő formulákat, minden ciklusban képezve a különbségi halmazt. Ennek alapján megpróbál olyan helyettesítést keresni, amely a részformulákat az azonos pozíción azonosossá teszi. Ha az eljárás a 2. utasításnál leáll, akkor tkp. megtalálta a két formula legáltalánosabb egyesítőjét, ellenkező esetben hibajelzéssel áll le, vagyis a formulák nem egyesíthetők (ez a kijelentés tkp. az $\rightarrow$ egyesítés tétele). – 2. A $\rightarrow$ mintaillesztés olyan speciális változata, amelynél az összevetésre szánt mindkét $\rightarrow$ minta tartalmaz behelyettesítendő változókat.

egyesítés tétele (unification theorem) – $\rightarrow$ egyesítés

egyesítő (unifier) – az a $\rightarrow$ helyettesítés, amely két (v. több) $\rightarrow$ jólformált formulát azonosossá tesz, vagyis a $\rightarrow$ literálokban szereplő változók behelyettesítésével minden literált azonos füzérré alakít. Az $E_1, \dots, E_n$ formulák viszonylatában ez azt jelenti, hogy ha egy $\sim$, akkor alkalmazása révén $E_1 = \dots = E_n$. A formulák egy halmazának több $\sim$ -je is lehet ($\rightarrow$ legáltalánosabb egyesítő).

egységbezárás (encapsulation) – az $\rightarrow$ objektumorientált programozás egyik alapfogalma, amely a valós világ objektumainak számítógépes modellezésére vonatkozik. Ezeket az objektumokat jellegzetes belső szerkezet, felépítés, ill. működés jellemzi, s mint önálló egységek vesznek részt a környező világ felépítésében (természetesen a megfigyelés egy adott szintjén). A különböző objektumok bizonyos kölcsönhatásban vannak egymással, egyesek pedig hasonló tulajdonságok alapján osztályokba sorolhatók, hierarchiába szervezhetők, amelyben az alosztályok egyedei örökölhetnek bizonyos tulajdonságokat, és

specifikus tulajdonságokkal is rendelkezhetnek ($\rightarrow$ öröklési hierarchia). Mindezek a jellemzők a számítógépes modellezésben az $\sim$ -ban jutnak kifejezésre. A programozási objektumok az adatok és az azokat kezelő eljárások szerves egysége (az adatok képviselik a belső szerkezetet és a tulajdonságokat, az eljárások pedig a működést).

egységklóz (unit clause) – olyan speciális $\rightarrow$ klóz, amely egyetlen $\rightarrow$ literálból áll. Az egyik ismert $\rightarrow$ rezolúciós stratégia ($\rightarrow$ egység-preferencia stratégia) a $\rightarrow$ rezolvens klózok származtatásában $\rightarrow$ szülő klózként éppen az $\sim$ -okat részesíti előnyben.

egység-preferencia stratégia (unit-preference strategy) – az egyik legegyszerűbb $\rightarrow$ rezolúciós stratégia, amelynek központi elve a legkisebb $\rightarrow$ rezolvens klózt származtató $\rightarrow$ szülő klózpár kiválasztása. Általában, ha a szülő klózok m , ill. n $\rightarrow$ literált tartalmaznak, akkor a rezolvens klóz $m+n-2$ literált fog tartalmazni (ha nem veszik figyelembe az $\rightarrow$ egyesítést). Mivel a rezolúciós eljárás végső célja az $\rightarrow$ üres klóz előállítása, az $\sim$ mindig az egyetlen literált tartalmazó klózokat ($\rightarrow$ egységklózokat) helyezi előnybe, a rezolvens klózokat ezekkel próbálja generálni. (Természetesen, ha ilyen klóz már nem található, a rezolúciót valamilyen más stratégia szerint kell folytatni.)

együttműködő ismeretforrások (co-operating knowledge sources) – a $\rightarrow$ munkatábla-rendszer elvére épülő $\rightarrow$ tudásalapú rendszerek olyan speciális moduljai, amelyek egymástól függetlenül, saját területükre jellemző részfeladatokat oldanak meg egy-egy komplexebb probléma megoldása érdekében. Egyetlen kommunikációs felületük a munkatáblának nevezett globális adatbázis.

ekvivalencia (equivalence) – olyan $\rightarrow$ logikai művelet (ill. kétargumentumú $\rightarrow$ logikai függvény), amelynek értéke akkor és csak akkor igaz, ha a két argumentum értéke azonos. Ha P és Q $\rightarrow$ ítéletek, akkor az $\sim$ jelölése PQ („ P ekvi-

valens Q -val”), $\rightarrow$ igazságtáblázata pedig:

P	Q	$P \equiv Q$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(Szinonimája a $\rightarrow$ bikondicionális.)

ekvivalens formulák (equivalent formulae) – a klasszikus kétértékű elsőrendű logika nyelvén olyan összetett formulák, amelyeknek igazságértéke minden interpretációban (az atomi formulák minden behelyettesítési értéke mellett) ugyanaz. Az $\sim$ ábrázolására rendszerint az „=” szimbólumot használják, az $A=B$ alakú kifejezést pedig logikai törvénynek v. logikai ekvivalenciának nevezik. Az $\rightarrow$ ítéletkalkulus legfontosabb logikai törvényei:

$$Pv0 = P; Pv1 = 1;$$

$$P\&1 = P; P\&0 = 0;$$

$$Pv\neg P = 1; P\&\neg P = 0;$$

$$\neg(\neg P) = P; \text{ kétszeres tagadás törvénye;}$$

$$P\&P = P; \text{ idempotencia törvénye;}$$

$$PvP = P; \text{ idempotencia törvénye;}$$

$$P\&Q = Q\&P; \text{ kommutativitás törvénye;}$$

$$PvQ = QvP; \text{ kommutativitás törvénye;}$$

$$P\&(Q\&R) = (P\&Q)\&R; \text{ asszociativitás törvénye;}$$

$$Pv(QvR) = (PvQ)vR; \text{ asszociativitás törvénye;}$$

$$Pv(Q\&R) = (PvQ)\&(PvR); \text{ disztributivitás törvénye;}$$

$$P\&(QvR) = (P\&Q)v(P\&R); \text{ disztributivitás törvénye;}$$

$$\neg(PvQ) = \neg P\&\neg Q; \text{ de Morgan törvénye;}$$

$$\neg(P\&Q) = \neg Pv\neg Q; \text{ de Morgan törvénye;}$$

$$P\rightarrow Q = \neg Q\rightarrow\neg P; \text{ kontrapozíció törvénye;}$$

$$P\rightarrow Q = \neg PvQ; \text{ implikáció törvénye;}$$

$$P\rightarrow Q = \neg(P\&\neg Q) \text{ implikáció törvénye;}$$

$$P\rightarrow(QR) = (PQ)R; \text{ exportálás törvénye;}$$

$$(P\rightarrow Q)\&(P\rightarrow Q) = \neg P; \text{ reductio ad absurdum;}$$

$$P\&(P\rightarrow Q) = Q; \text{ modus ponens;}$$

$$(P\rightarrow Q)\&\neg Q = \neg P; \text{ modus tollens;}$$

$$P\rightarrow(Q\rightarrow R) = Q\rightarrow(P\rightarrow R); \text{ premisszák felcserélése;}$$

$P \rightarrow (Q \rightarrow R) = (P \& Q) \rightarrow R$; premisszák egyesítése;

$$P \equiv Q = Q \equiv P;$$

$$P \equiv Q = (P \rightarrow Q) \& (Q \rightarrow P);$$

$A \rightarrow$ predikátumkalkulus további logikai törvényei (ahol P, Q és R predikátumok, $\$$ pedig az $\rightarrow$ egzisztenciális v. $\rightarrow$ univerzális kvantorok bármelyike):

$$(\$x)P(x) \vee Q = (\$x)(P(x) \vee Q);$$

$$(\$x)P(x) \& Q = (\$x)(P(x) \& Q);$$

$$\neg((\forall x)P(x)) = (\exists x)(\neg P(x));$$

$$\neg((\exists x)P(x)) = (\forall x)(\neg P(x));$$

$$(\forall x)P(x) \& (\forall x)Q(x) = (\forall x)(P(x) \& Q(x));$$

$$(\exists x)P(x) \vee (\exists x)Q(x) = (\exists x)(P(x) \vee Q(x));$$

$$(\$1x)P(x) \vee (\$2x)Q(x) = (\$1x)(\$2y)(P(x) \vee Q(y));$$

$$(\$1x)P(x) \& (\$2x)Q(x) = (\$1x)(\$2y)(P(x) \& Q(y));$$

ekvivalens nyelvtanok (equivalent grammars) – olyan $\rightarrow$ nyelvtanok, amelyek ugyanazt a nyelvet generálják ($\rightarrow$ gyenge ekvivalencia, $\rightarrow$ erős ekvivalencia). Az $\sim$ -nak elsősorban gyakorlati jelentőségük van, ugyanis sokszor célszerűbb a $\rightarrow$ szintaktikai elemzést nem közvetlenül az eredeti nyelvtan alapján elvégezni, hanem egy jobban kezelhető, ekvivalens nyelvtan közbeiktatásával. Egyes jól bevált elemző algoritmusok csak bizonyos kényszereket kielégítő $\rightarrow$ helyettesítő szabályokra érvényesek, ilyenkor szintén érdemes ilyen irányú átalakítások révén ekvivalens nyelvtant előállítani. Pl. a $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvtanoknak két olyan ekvivalens változata is van, amelyek ilyen típusú kényszereket kielégítenek: a $\rightarrow$ Chomsky-normálalak, ill. a $\rightarrow$ Greibach-normálalak. Az $\sim$ alapján kimutatható az is, hogy a $\rightarrow$ Chomsky-hierarchia nyelvosztályai mindegyikének megfeleltethető egy bizonyos típusú $\rightarrow$ automata: a megszorítás nélküli, általános $\rightarrow$ mondatszerkezetű nyelvtannal a $\rightarrow$ Turing-gép, a $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvtannal a $\rightarrow$ lineárisan korlátos automata, a környezetfüggetlen nyelvtannal a $\rightarrow$ veremautomata, ill. a $\rightarrow$ reguláris nyelvtannal a $\rightarrow$ véges állapotú automata ekvivalens.

elágazás-és-korlátozás módszer (branch-and-bound method, B&B method) – $\rightarrow$ heurisztikán alapuló általános problémamegoldási módszer olyan feladatosztály megoldására, amelynek absztrakt leírása a következő: adott egy X (esetleg végtelen) diszkrét elemű halmaz, és az azon értelmezett f költségfüggvény; meghatározandó egy olyan x^* X optimális elem, amelyre az $f(x^*)$ értéke minimális (v. maximális). A legtöbb gyakorlati feladatnál az elemek száma igen nagy (esetleg végtelen), s $\rightarrow$ kombinatorikus robbanást idézhet elő a megoldásuk. A konkrét feladatra vonatkozó tudás (heurisztika) felhasználásával az $\sim$ az eredeti halmazt olyan részhalmazokra bontja, amelyekről esetleg könnyen kimutatható, hogy nem tartalmazhatja az optimális elemet, s így kizárható a további vizsgálatból ($\rightarrow$ visszametszés). A sorozatos lebontás révén egyre kisebb részhalmazokhoz vezet, amikor a költségfüggvény már – elfogadható erőforrás-felhasználással – közvetlenül is kiértékelhető. Az $\sim$ gyakorlati változata lényegében a $\rightarrow$ heurisztikus keresés is.

elágazási tényező (branching factor) – valamely feladat bonyolultságát, ill. a $\rightarrow$ keresés hatékonyságát jellemző paraméter. Az elnevezés a $\rightarrow$ kiegyensúlyozott fáktól ered: ha minden csomópontból b él ágazik el, akkor a d mélységig a csomópontok számát a következő kifejezés adja: $(b^{(d+1)} - 1) / (b - 1)$. Így a $\rightarrow$ teljeskörű keresés bonyolultsága (mivel d mélységig minden egyes csomópontot megvizsgál) megközelítőleg $[b / (b - 1)] \cdot b^d$, vagyis b mértéke annak a bonyolultság-növekedésnek, amelyet egy-egy újabb szint megvizsgálása okoz.

eldönthetőség (decidability) – olyan $\rightarrow$ logikai rendszer tulajdonsága, amelyben létezik egy olyan eljárás, amely tetszőleges formuláról véges számú lépésben megállapítja, hogy az $\rightarrow$ tétel-e. Ha az eljárás csak a tényleges tételek esetében áll le, akkor $\rightarrow$ parciális eldönthetőségről beszélnek. Az $\rightarrow$ ítéletkalkulus

eldönthető logikai rendszer, míg a $\rightarrow$ predikátumkalkulus csak parciálisan eldönthető. A nyelvek halmazelméleti vizsgálatában is felvetődik az $\sim$ kérdése. Az eldönthető rendszerek nyelvét $\rightarrow$ rekurzív nyelvnek nevezik, elemzője algoritmus, ugyanis véges számú lépésben felismeri mind a nyelvhez tartozó, mind a nyelvhez nem tartozó sorozatokat. A parciálisan eldönthető rendszerek nyelvét $\rightarrow$ rekurzívan felsorolható nyelvnek nevezik, ennek elemzője csak a nyelvhez tartozó sorozatokat ismeri fel.

elérhetőségi mátrix (reachability matrix) – $\rightarrow$ szomszédossági mátrix

ELI – az angol nyelv értelmezésére kifejlesztett rendszer, amely a $\rightarrow$ fogalmi függőség elméletén alapszik. A $\rightarrow$ SAM rendszer keretében működő alrendszer, amely a $\rightarrow$ foratókönyv elméletének egyik első gyakorlati alkalmazása. Feladata rövid angol nyelvű szövegek $\rightarrow$ feltételezésvezérelt elemzése, és a fogalmi függőség szabályainak megfelelő átalakítása, amely a SAM rendszer tkp.-i bemenete. Lényegében szemantikai elemzést végez, szintaktikai elemzésre csak bizonyos kétértelműségek feloldásában kerül sor.

ELIZA – az $\rightarrow$ ember-számítógép együttműködés modellezésére a 60-as évek második felében kidolgozott program, amely látszólag intelligens párbeszéd folytatására képes, noha nélkülözi a természetes nyelv megértésének bármilyen képességét, s lényegében egyszerű $\rightarrow$ mintaillesztésen alapul.

elméleti tudás. (theoretical knowledge) – a $\rightarrow$ tudás azon típusa, amelynek elemeit a humán megfigyelő saját szellemi tevékenysége révén szerzi be. Kiinduló elemei az $\rightarrow$ empirikus tudás részei, amelyeknek alapján gondolkodás, következtetés, elemzés, általánosítás, elvonatkoztatás, szintézis stb. révén új tények, fogalmak, összefüggések, kapcsolatok és törvényszerűségek állíthatók elő. Az $\sim$ nak a valós világgal való összevetése révén a tudáselemek

csiszolhatók, tökéletesíthetők, de tkp. csak a tudás máig elért eredményeit tükrözik, s csak megközelítik annak pontos visszatükröződését.

elosztott problémamegoldás (distributed problem solving) – elvileg együttműködő, közös vezérlés alatt álló processzorok által, a MI érdeklődési körébe tartozó egyetlen problémának a megoldása. A kitűzött célok, ill. a felhasznált módszerek tekintetében alapvetően különbözik a hagyományos elosztott feldolgozástól. Az $\sim$ nek két változata lehet aszerint, hogy hogyan közelíti meg a problémalebontást. A funkcionális lebontásban egy-egy feldolgozóegység bizonyos részfeladatok megoldásának „szakértője”, a problémamegoldás vezérlése tkp. a mindig aktuális részfeladatnak megfelelő processzor aktiválására vonatkozik. A térlebontású $\sim$ -ban a processzorok egyenlő értékű szakértők, s a problémák terében „legközelebb” álló feladattal foglalkoznak.

előlrányú transzformáció (forward transformation) – a $\rightarrow$ transzformációs nyelvtanokban használt olyan $\rightarrow$ transzformáció, amely a $\rightarrow$ felsőzíni szerkezetek generálására szolgál

előrehaladó keresés (forward search) – $\rightarrow$ adatvezérelt keresés

előrehaladó következtetés (forward reasoning) – olyan $\rightarrow$ következtetési stratégia, amelynél az eljárás a premisszáként megadott tényekből indul ki, s előrehaladva próbálja kimutatni a következmény helyességét. A $\rightarrow$ feladattérrel ábrázolt problémáknál a kezdőállapotból kiindulva lépésekben alakítja át az állapotokat egészen addig, amíg a célfeltételeknek megfelelő célállapotba nem kerül ($\rightarrow$ adatvezérelt keresés). A $\rightarrow$ produkciós rendszerek viszonylatában az $\rightarrow$ adatvezérelt produkciós rendszereknek felel meg. (Szinonimája az $\rightarrow$ előreláncolás.)

előrehaladó produkciós rendszer (forward production system) – $\rightarrow$ adatvezérelt produkciós rendszer

előreláncolás (forward chaining) –
→előrehaladó következtetés

elsőrendű logika (first-order logic, FOL) – olyan →logikai rendszer, amelynek nyelve engedélyezi változók használatát alaphalmazának elemeire vonatkozóan, mondataiban így általános fogalmazást is lehetővé tesz. Természetes nyelvekben ez olyan kijelentő mondatoknak felel meg, amelyekben a főnevek mellett névmások is szerepelhetnek. A változókat szintén az →ábécé elemeinek tekintik, s kezelésükre speciális eszközöket is használni kell (→kvantorok). Jellegzetes képviselője a →predikátumok logikája.

elsőrendű predikátumkalkulus (first-order predicate calculus, FOPC) – →predikátumkalkulus

elvi modell (conceptual model) – olyan →modell, amely a vonatkozó valós világrészlet jelenségeinek, viszonyainak, törvényszerűségeinek elvonatkoztatásából nyert →fogalmakkal írja le a valóságot, s az egyszerűsítés ellenére sem tartalmaz belső ellentmondásokat.

ember-gép együttműködés (man-machine interaction, MMI) – →ember-számítógép együttműködés

emberszabású robot (anthropomorphic robot) – olyan →robotok osztálya, amelyek élő szervezetekre jellemző készségekkel is rendelkeznek: pl. környezetük felismerésére, alkalmazkodásra, bizonyos szintű következtetésre, ill. tanulásra stb. is képesek. (Szinonimája az →antropomorf robot.)

ember-számítógép együttműködés (human-computer interaction) – a hagyományos számítástechnika területéről egyre inkább a MI-kutatások érdeklődési körébe átkerülő problémakör, amely az egyszerű kommunikációtól a legösszetettebb problémák megoldásában kifejtett, intelligens együttműködésig terjed. Ennek megfelelően a következő fontosabb részterületek jönnek számításba: az egyszerű, formális (szimbolikus) eszközöknek fokozatos kiváltása a kommu-

nikációban a természetes nyelvek egyre szélesebb részalmazásával (→természetes nyelvű interfész); a →beszédmegértés területén elért eredmények alkalmazása a kommunikáció egyre magasabb szintre emelése érdekében (→intelligens használói felület); az alakfelismerés, ill. a látás modellezése révén hatékonyabb, az emberre inkább jellemző kommunikációs formák kifejlesztése; a számítógépes oktatás, tervezés stb. területén a mesterséges rendszernek intelligens munkatárs szintjére emelése stb. (→intelligens használói felület, →váltott kezdeményezésű dialógus).

empirikus tudás (empirical knowledge) – a →tudás azon típusa, amelynek elemeit a befogadó egyed v. közvetlenül saját érzékszervein keresztül szerzi a környező világról, v. különböző típusú mérőműszerek és eszközök közvetítése révén. Hangsúlyozottan egyedi jellege van, hiszen a különböző megfigyelők – eltérő képességeiknek köszönhetően – igen változatos formában tükrözhetik vissza ugyanazt a valós világot. A humán megfigyelők szellemi tevékenysége útján az ~ →elméleti tudássá alakítható.

empirikus valószínűség (empirical probability) – →a posteriori valószínűség

EMYCIN – a 70-es évek végén kifejlesztett →keretrendszer →szabályalapú →szakértőrendszerek előállítására. Lényegében a →MYCIN tapasztalataira épül, annak területfüggetlen általánosítása.

EPISTLE – kereskedelmi levelezés jellegű szövegek helyesírási, nyelvtani és stílusjegyi ellenőrzésére a 80-as évek elején kifejlesztett programrendszer. Alapjául az →általánosított mondat szerkezetű nyelvtan szolgált.

episztemikus logika (epistemic logic) – a →vélemények és a →tudás együttes kezelésére J. Hintikka által kidolgozott →nemklasszikus logika, amely tkp. a →modális logika olyan változata, amelyben a szükségesség operátort egy ítéletformáló operátorcsalád helyettesít (min-

den egyén vonatkozásában). A Kap kijelentés olvasata: „a tudja, hogy p”.

epizodikus memória (episodic memory) – a valós világ egyes objektumainak, eseményeinek mechanikus visszatükröződése az emberi tudatban, úgy, ahogyan az egyedi megfigyelő azokat személyesen tapasztalta. Sokszor a →tudás ellentettjeként tekintik olyan értelemben, hogy míg az ~ magát az eseményt, a tudás az eseményből leszűrhető tényeket rögzíti (→szemantikus memória). E két típusú memória a valóságban nem különíthető el ilyen szigorúan, mesterséges rendszerekben viszont hasznos lehet külön kezelésük. Egyszerűbb →kérdés-válasz rendszerek v. más, felismerési eljárásokon alapuló rendszerek kielégítően modellezhetők az ~ alkalmazásával. A rögzítendő események tetszőlegesen választhatók (pl. számok, szavak, szócsoporthok, mondatok, képek stb. lehetnek).

erős ekvivalencia (strong equivalence) – két olyan →nyelvtan kapcsolata, amelyek mellett, hogy ugyanazt a nyelvet írják le (→gyenge ekvivalencia), ugyanakkor egy az egyben megfelelő strukturális leírást is biztosítanak. Gyakorlati jelentősége abban áll, hogy sokszor előnyösebb egy nyelvet nem közvetlenül elemezni, hanem egy jobban megfelelő, ekvivalens nyelvtan közbeiktatásával (→szintaktikai elemzés).

érvényes formula (valid formula) – a klasszikus kétértékű →elsőrendű logika nyelvén az az összetett formula, amelynek →igazságértéke minden →interpretációban (az atomi formulák minden behelyettesítési értéke mellett) igaz. Definíciószerűen, ha $F \sim$, akkor $\neg F$ (nem F) →kielégíthetetlen formula. (Szinonimája a →tautológia.)

ÉS (AND) – →konjunkció

esélycsomópont (chance node) – →formális döntéselemzés

eseményvezérelt feldolgozás (event-driven processing) – az →alulról-felfelé

feldolgozás alternatív elnevezése az információgyűjtésben. Az eljárás lényege olyan struktúra keresése, ill. előállítása, amelybe az új információ beépíthető.

esetalapú következtetés (case-based reasoning) – elsősorban orvosi és jogi területekre szakosított →szakértőrendszerekben használt következtetési módszer. Elméletileg R. C. Schank →fogalmi függőségével rokon eljárás, s a →forgatókönyv formalizmusától sem különbözik alapvetően. A modell lényege a tapasztalati úton szerzett ismeretek alapján végzett, analógiára épülő következtetés, s alapvetően a →gépi tanulás módszereire támaszkodik. Jól modellezi az emberre jellemző problémamegoldási készség kialakulását, amely az ismételt, tényleges gyakorlat eredménye.

eseti többértelműség (case ambiguity) – természetes nyelvi jelenség, amely abban nyilvánul meg, hogy bizonyos →mélyszerkezeti eseteknek a megszo-kottól eltérő →felszíni eset felelhet meg. Jellegzetes ~ pl. a német nyelvben az elmozdulás irányának kifejezésére a felszíni tárgyeset használata. Feloldása csak lexikális információk alapján lehetséges.

esetjelölő (case marker) – →felszíni eset

esetnyelvtan (case grammar, CG) – a természetes nyelvek elméletében megtalálható egyik alapvető fogalomnak, az eseteknek kiterjesztésén alapuló nyelvtan. Jelentősége elsősorban annak köszönhető, hogy kapcsolatot teremt a természetes nyelvek →felszíni szerkezete (lexikális, morfológiai, szintaktikai információk), ill. a mondatok →mélyszerkezete között, így alkalmas a természetes nyelvű mondatok jelentéstartalmának ábrázolására. Az ~ elméletében az esetek két nagy osztályba sorolhatók: a →felszíni esetek a mondat komponenseinek szintaktikai szerepére utalnak; a →mélyszerkezeti esetek a komponensek szemantikai szerepére vonatkoznak (ezek lényegében függetlenek a mondat

tkp.-i igéjétől, olyan fogalmakra vonatkoznak, mint a cselekvést végrehajtó alany, a cselekvés tárgya, eszköze, iránya stb.). Mivel a mélyszerkezeti esetek kis számú, elvi szerepet írnak le, alkalmas eszközök a mondatok jelentéstartalmának jelölésére, s így lényegében függetlenek a konkrét természetes nyelvtől. A mélyszerkezeteknek bináris relációk formájában történő ábrázolása lehetővé teszi a mondatok jelentéstartalmának formalizálását, s egyben hatékony elemzők, ill. értelmezők előállítását. Az ~ok tanulmányozása során szerzett tapasztalatok szervesen beépültek az →általánosított mondat szerkezetű nyelvtanokba, a →lexikális-funkcionális nyelvtanokba, ill. a →szemantikus nyelvtanokba. Tkp. a →tudásábrázolásban jelentős szerepet játszó →keretelmélet is az ~ általánosításának tekinthető

esetrendszer (case system) – természetes nyelvek elemzésében és megértésében a →mélyszerkezeti esetek egy olyan rendszere, amely a mondatok jelentéstartalmát kifejezheti (→esetnyelvtan). Különböző szerzők különböző ~eket javasoltak ugyanannak a közös célnak a megvalósítására: rögzített számú olyan elvi szerep azonosítására, amellyel bármilyen esemény (cselekvés) leírható. C. Miller javaslata szerint bármely mondat $S \rightarrow M + P$ alakú, ahol M modális összetevő (negáció, idő, mód stb.), a P pedig idő nélküli struktúra: $P \rightarrow V + C_1 + C_2 + \dots + C_n$, amelyben V ige, a C-k pedig esetnevek. M. Celce ~e 5 mélyszerkezeti esetet különböztet meg, s ezeknek relatív sorrendje alapján osztályozza az igéket. Az egyik legfontosabb ~t R. C. Schank javasolta, s a →fogalmi függőség elméletében használta fel. Az ~ek erős hatással voltak a →tudásábrázolás területén végzett kutatásokra is (→szemantikus háló).

ÉS/VAGY fa (AND/OR tree) – →kétszemélyes teljes információjú játék →játékfa, ha azt szigorúan az egyik játékos szemszögéből tekintik: a saját lépések

természetszerűen VAGY csomópontokat képviselnek, hiszen bármely lépés elég lehet a játszma megnyeréséhez, ellenfele lépései viszont ÉS viszonyban vannak egymással, mivel figyelembe kell venni az összes lehetséges válaszlépést a győzelem biztosítása érdekében. Ilyen alapon tkp. minden játékházhoz két ~ tartozik, ha mindkét játékost figyelembe vesszük.

ÉS/VAGY gráf (AND/OR graph) – a →feladattér formalizmusában használt grafikus ábrázolása azoknak a feladatoknak, amelyeket a →problémaredukció elvének alkalmazásával lehet megoldani. Lényegében olyan →irányított gráf, amelyben a csomópontok képviselik a részfeladatokat, ill. az elérendő részcélokat. A gyökércsomópont a megoldandó problémát, a levélcsomópontok a megoldással rendelkező részfeladatokat képviselik. Az →állapottérre vonatkoztatva ugyanezek a csomópontok a →kezdő-, közbenső-, ill. →célállapotokat jelképezik. A feladat megoldását viszont már nem a gyökércsomópontból egyetlen levélcsomópontba vezető út jelenti. A →redukciós operátor alkalmazása a feladatot több részfeladatra bontja, ezeket mind figyelembe kell venni. A megoldás tehát egy olyan részgráf, amelynek eleme a gyökércsomópont, minden csomópontjából egyetlen redukciós operátornak megfelelő élköteg indul ki, s minden út levélcsomópontba vezet. Az egy csomópontból kifutó, egyetlen redukciós operátorhoz tartozó egyszerű élék ún. →hiperél alkotnak, s grafikusan körívvel kötik össze őket. A csomópontokat két fajta hiperél kötheti össze: az ÉS típusú élék a szülőcsomópontot kötik össze az annak lebontását képező részfeladatokkal, amelyeknek egyidejű megoldásai adják a lebontott részfeladat megoldását; a VAGY típusú élék a szülőcsomópontot kötik össze az annak lebontását képező részfeladatokkal, amelyek közül bármelyik megoldása egyben a lebontott részfeladat megoldását is képviseli. En-

nek alapján a nemterminális csomópontok is két osztályba sorolhatók: a VAGY típusú csomópontok olyan részfeladatot képviselnek, amelynek megoldását bármelyik utódcsomópont megoldása képezheti, míg az ÉS csomópontok megoldását az összes utódcsomópont megoldása együttesen képezi. Az ábrázolt feladat megoldását egy olyan részgráf képviseli, amelyben: feltétlenül szerepel a gyökércsomópont, minden levélcso-
 mpont megoldott, és ha tartalmaz ÉS típusú csomópontokat, akkor szerepelnie kell az azokhoz tartozó összes utódcsomópontnak is.

eszköz-cél elemzés (means-end analysis) – problémák megoldásában használt általános stratégia, amelynek lényege a következő: a megoldási eljárás minden lépésében összehasonlítják az elért részeredményt a céleredménnyel, s ennek alapján választják ki a következő lépést (a különbség csökkentésére leginkább alkalmas operátor kiválasztásával). Először az 50-es évek végén használták az $\rightarrow$ általánosított problémamegoldó kidolgozásánál. A módszer célja az aktuális állapotváltozás típusának megfelelő szabály kiválasztása. Az állapotváltozások három alaptípusba sorolhatók. Az első típus az A objektum átalakítása B objektummá, ha az $\rightarrow$ ismeretbázisban található egy olyan szabály, amely feltételrészében tartalmazza az (A,B) párost. A második típus az A és B

objektumok közötti különbség csökkentése olyan átmeneti objektumok összehasonlítása alapján, amelyek a legkisebb különbségeket biztosítják. A harmadik típus az A bemeneti objektumból új objektumot állít elő a megengedett átalakítások egyikének felhasználásával.

EURISKO – $\rightarrow$ heurisztikára épülő, a tanulást modellező rendszer, amelyet a Stanford Egyetemen dolgoztak ki a 80-as évek elején.

extenzió (extension) – a filozófiai értelemben vett, G. Frege által felfedezett $\rightarrow$ kétdimenziós szemantika egyik dimenziója: azon dolgok halmaza, amelyre valamely szó vonatkozik. Más megközelítésben bármely meghatározás, amely a $\rightarrow$ fogalomhoz tartozó egyedek felsorolásán alapszik, extenzionális jellegű.

extrapozíciós nyelvtan (extraposition grammar, XG) – a $\rightarrow$ definitklóz nyelvtan kiterjesztett változata a szövegfüggőség jelenségének (pl. a bal extrapozíciónak) megoldására. Az $\sim$ szabályainak bal oldalán nem csak egy, hanem több $\rightarrow$ nemterminális szimbólum is állhat, valamint egy hízagnak nevezett szimbólum ('...'), amely egy nem specifikált, tetszőleges sorozat. Az $\sim$ lehetővé teszi olyan nyelvi jelenségek kezelését is, mint az önbeágyazás, tehát a vonatkozó mellékmondatok elemzését is (pl. "A levelet, amit apám küldött, megkaptam."). Az $\sim$ egyik általánosított változata a $\rightarrow$ hízagos nyelvtan.

F

fa (tree) – olyan $\rightarrow$ irányított gráf, amely eleget tesz a következő követelményeknek: pontosan egy olyan csomópont van benne, amelybe nem vezet él (ezt a csomópontot gyökércsomópontnak nevezik); minden csomópont elérhető a gyökérből irányított élek sorozatával; a gyökér kivételével mindegyik csomópontba pontosan egy él vezet. Kiegyensúlyozott egy $\sim$, ha minden egyes csomóponthoz ugyanannyi számú ág tartozik, és a $\sim$ elágazási kapacitása kezdve a gyökértől, fentről lefelé haladva, minden sorban balról jobbra lépve, ki van használva. A legtöbb $\rightarrow$ keresési algoritmus a kiegyensúlyozott fastruktúrákhoz illeszkedik. Ezek speciális fajtája, amelynek számítástechnikai szempontból külön jelentősége van, az ún. $\rightarrow$ bináris $\sim$, ahol csomópontonként maximálisan két ág lehetséges.

fabővítő nyelvtan (tree adjoining grammar, TAG) – természetes nyelvek leírására és elemzésére a 70-es években kifejlesztett formalizmus, amely a $\rightarrow$ transzformációs nyelvtan bizonyos eredményeit átültette a $\rightarrow$ mondatszerkezetű nyelvtanok elméletébe, de a transzformációkat elvetette. A fűzérátíró szabályok helyett faépítő szabályokat vezetett be, amelyeknek segítségével elemi fastruktúrákból felépíthető a teljes mondat szerkezetű fa. Összetevői: az ún. kezdőfák véges halmaza, a segédfák véges halmaza, ill. a bővítőszabályok véges halmaza. Jelentősége elsősorban abban áll, hogy transzformációk nélkül is képes felépíteni a mondat szerkezetű fát (ebből a szempontból közeli rokonságot mutat egy másik, nemtranszformációs formalizmussal, a $\rightarrow$ fejnyelvtannal).

faktorizáció (factorisation) – a $\rightarrow$ bináris rezolúcióval párhuzamosan alkalmazott eljárás, amellyel a rezolúció teljessé tehető. Ha α egy $\rightarrow$ legáltalánosabb egyesítő, akkor a $C \alpha$ klózt a C klóz egy faktorának nevezik. A $\sim$ lényegében a C

klóz összes faktorának meghatározása, eredménye pedig a faktorhalmaz. Bizonyítható, hogy a bináris rezolúció és a $\sim$ kombinációja teljes $\rightarrow$ cáfoló eljárás.

fejnyelvtan (head grammar, HG) – a $\rightarrow$ mondatszerkezetű nyelvtan egyik speciális bővítése, Pollard dolgozta ki a 80-as évek elején. (Elnevezése onnan ered, hogy a szintaktikai szabályokkal megadott füzérekben fejnek nevezett, kitüntetett szerepű elem található.) Akárcsak a $\rightarrow$ fabővítő nyelvtan, nem használ $\rightarrow$ transzformációkat a mondatfa felépítéséhez. Újdonságot az átíró szabályok rendszere jelentett, amelyben az egyszerű konkatenáció mellett az ún. $\rightarrow$ betűrés is definiált. Ez utóbbi hasonlít a fabővítő nyelvtanokra jellemző bővítőműveletre. Jelentősége abban áll, hogy kezelhetővé tesz olyan speciális beágyazódásokat is, amelyek a $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvtannal nem kezelhetők.

feladattér (problem space) – problémamegoldásban az a környezet, amelyben a $\rightarrow$ keresés lezajlik. Két alapvető összetevője van: az állapothalmaz, amely a konkrét feladat lehetséges állapotainak gyűjteménye, és az operátorhalmaz (művelethalmaz), amely az állapotokat módosítja. Pl. a Rubik-kockánál az állapotteret a kocka összes lehetséges konfigurációja képezi, míg az operátorok (műveletek) azok az elmozdítások (csavarások), amelyek a kocka konfigurációit megváltoztatják. Egy kezdőállapottal és egy célállapottal kiegészített $\sim$ az ill. feladat egy példányát képviseli. Az előző példánál maradva, kezdőállapot a kocka bármely konfigurációja lehet, célállapota pedig az a konfiguráció, amelynél az egyes oldalak azonos színű négyzetekből állnak. Egyes feladatoknál a célállapot nem adható meg ilyen explicit módon, ilyenkor $\rightarrow$ célfeltétellel specifikálják. A $\sim$ speciális formái: az $\rightarrow$ állapot-tér, a $\rightarrow$ problémaredukciós tér, ill. a $\rightarrow$ játékfa.

felbontási szemantika (decompositional semantics) – olyan $\rightarrow$ szemantikai

elmélet, amely úgy próbálja megközelíteni az egyes szavak jelentését, hogy $\rightarrow$ szemantikai primitívákra bontja. A gyakorlatban viszont lehetetlen egy olyan általános primitívagyűjteményt összeállítani, amely érvényes volna az összes nyelv összes szava számára. E hátrány kiküszöbölésére születtek az olyan formalizmusok, mint pl. a $\rightarrow$ preferenciális szemantika, a $\rightarrow$ fogalmi függőség stb. (Szinonimája a dekompozíciós szemantika.)

felismerés-cselekvés ciklus (recognition-action cycle) – a $\rightarrow$ produkciós rendszerek általános működési elve

felismerési algoritmus (recognition algorithm) – a $\rightarrow$ mintafelismerés problémájának matematikai kezelésében definiált olyan algoritmus, amelynek feladata valamely $\rightarrow$ bemenő minta osztályának meghatározása a minta releváns tulajdonságainak alapján. A mintafelismerési feladatokat általában a matematikai statisztika apparátusával kezelik, és a $\sim$ jószágát a várható osztályozási tévedések mértékével jellemzik. A $\sim$ tkp. ennek a várható értéknek a minimálását tűzi ki célul.

felszíni eset (surface case) – a klasszikus nyelvészet egyik fontos fogalma, amelyet alapötletként vett át a számítógépes nyelvészetben az $\rightarrow$ esetnyelvtan. Eredeti értelmezésben a névszók osztályozási kritériuma, azoknak a mondatban játszott szintaktikai szerepe alapján (pl. alanyeset, birtokos eset, tárgyeset stb.). Az esetenyelvtan általánosította a fogalmat, az új szempont szerint a $\sim$ névszói csoportot minősítő tulajdonság, amely $\rightarrow$ esetjelölőknek nevezett szintaktikai elemek révén jut kifejezésre (toldalékok, elöljárók, bizonyos nyelvekben maga a szórend stb.). A természetes nyelvek számítógépes kezelésében a $\sim$ azonosítása nem elégséges, inkább csak eszköz a $\rightarrow$ mélyszerkezeti esetek kimutatásában ($\rightarrow$ eseti kétértelműség).

felszíni szerkezet (surface structure, SS) – a $\rightarrow$ transzformációs nyelvten által bevezetett fogalom a természetes nyelvű

mondatok szintaktikai formáinak ábrázolására. Lényegében szerkezeti-formai viszonyokat jelölő olyan szerkezet, amely a nyelvi megnyilatkozások fonetikus értelmezéséhez szükséges valamennyi releváns információt tartalmazza. N. Chomsky transzformációs elméletében a $\sim$ előállítása a $\rightarrow$ transzformációk feladata ($\rightarrow$ mélyszerkezet). A $\sim$ fogalmát sokszor metaforikusan, a transzformációs nyelvtenektől függetlenül is használják, bizonyos struktúrákhoz kapcsolt formai-szerkezeti megjelenésre vonatkozóan.

feltételezésvezérelt elemzés (expectation-driven parsing) – a $\rightarrow$ természetesnyelv-megértő rendszerekben használt $\rightarrow$ levezető elemzés, amely tkp. nem is $\rightarrow$ szintaktikai elemzés, amennyiben fogalmak, és nem nyelvtani elemek felismerésére irányul ($\rightarrow$ fogalmi függőség). A felismerési eljárás balról jobbra halad a szövegben, az aktuális elemzés eredménye alapján bizonyos elvárások (feltételezések) azonosíthatók a következő elemmel szemben. Ezek az információk a szavakhoz kapcsolódnak, nem szintaktikai kategóriákhoz. Így, amíg a szintaktikai elemző egy igei csoport után rendszerint névszói csoportot feltételez, addig a $\sim$ cselekvés (tevékenység) után azzal kapcsolatba hozható objektumot (tárgyat) keres. Tényleges szintaktikai elemzést csak akkor végeznek, ha a szemantikai elemzés zsákutcába jut. Központjában speciális szótár áll, amelyben a szavakhoz értelmező információk tartoznak. Maga az elemző teszt-tevékenység(ek) típusú eljárásokra épül, amelyek végül is felépítik a bemeneti füzér fogalmi szerkezetét.

felülről-lefelé feldolgozás (top-down processing) – általános rendszerfejlesztési stratégia, amely az építkezést a legfelső logikai (és funkcionális) szinten kezdi, s halad az egyre egyszerűbb szintek felé. Az alkalmazási területtől függően más-más elnevezést kapott, az eredeti $\sim$ a $\rightarrow$ szintaktikai elemzéstől

származik: az a stratégia, amely a $\rightarrow$ szintaxisfát a $\rightarrow$ mondatszimbólumból kiindulva a levélcsomópontok felé haladva építi fel (ezért $\rightarrow$ levezető elemzésnek nevezik). Az információgyűjtésben a stratégia elnevezése $\rightarrow$ fogalomvezérelt feldolgozás. A $\rightarrow$ produkciós rendszerek elméletében az $\sim$ t alkalmazó rendszert $\rightarrow$ célvezérelt produkciós rendszernek hívják, a megfelelő következtetési stratégia pedig a $\rightarrow$ visszahaladó következtetés v. $\rightarrow$ visszaláncolás. A $\rightarrow$ keresés elméletében használt kifejezések a $\rightarrow$ célvezérelt keresés, ill. a $\rightarrow$ visszahaladó keresés. Összefoglalva: a szakirodalomban szinonimaként használt minősítők: „felülről-lefelé”, „visszahaladó”, „célvezérelt”, „fogalomvezérelt”, ill. „levezető”. (Az ellentétes irányú stratégia az ún. $\rightarrow$ alulról-felfelé feldolgozás.)

feszítőfa (spanning tree) – általános értelemben egy $\rightarrow$ gráf azon részgráfja, amelyet úgy nyernek, hogy minden levélcsomóponthoz egyetlen utat vesznek figyelembe. A $\rightarrow$ kereséssel megvalósított feladatmegoldásnál elegendő egyetlen megoldási út meghatározása, ebből következik, hogy ugyancsak elégséges a $\rightarrow$ feladattér egyetlen $\sim$ jának felépítése is ($\rightarrow$ heurisztikus keresés).

figyelem-összpontosító következtetés (focus-of-attention reasoning) – a MI-programok gyakorlati megvalósításában használt elv, stratégia, amely figyelembe veszi az erőforrások korlátozott jellegét. Mint minden számítógépes programnak, a MI-programoknak is különböző erőforrásokra van szükségük, amelyek közül a memóriakapacitás és a végrehajtási idő a legfontosabbak. Ha ezek az erőforrások korlátlanul állnának rendelkezésre, akkor elvileg minden feladat megoldható lenne (feltéve, hogy létezik megoldás). Pl. a sakkprogramban generálni lehet minden érvényes kezdőlépést, azután minden egyes lépésre az összes érvényes ellenlépést, azután az összes lehetséges válaszlépést, s így tovább, egy olyan állás eléréséig, amely a játszma megol-

dását jelentené. Ez a módszer (a nyers erő módszere) azonban a valós feladatok nagy részénél használhatatlan, éppen az erőforrások korlátozott rendelkezésre állása folytán ($\rightarrow$ kombinatorikus robbanás). Ezért olyan stratégiákat, módszereket kellett keresni, amelyek a következtetési lépések számát a valós erőforrások adta lehetőségek szintjére szorítják. Elvileg erre két módszer adódik. Az egyiknél az egyes következtetési láncok felfüggesztése, ha adott számú lépés után nem vezetnek elfogadható eredményre (természetesen az utólagos folytatás lehetőségének fenntartásával). A másik módszernél az egyes láncok prioritási rendszer szerinti kiválasztása az alapelv, bizonyos tapasztalati megfigyelések, statisztikai-valószínűségi számítások stb. alapján ($\rightarrow$ heurisztika).

fogalmi elemzés (conceptual parsing) – a $\rightarrow$ szemantikus háló formalizmusára épülő nyelvelemző eljárás, amely szintaktikai v. szemantikai kategóriák helyett $\rightarrow$ fogalmakat használ. Egyik legfontosabb változata a $\rightarrow$ feltételezésvezérelt elemzés.

fogalmi faktorizáció (conceptual factoring) – természetes v. mesterséges (programozási) nyelvek $\rightarrow$ szintaktikai elemzésének hatékonyabbá tételére alkalmazott, tkp. a $\rightarrow$ konkrét szintaxis előállításában használt eljárás. Lényege abban áll, hogy az adott formalizmussal ábrázolt nyelvtan közös sorozatait kiemelik (faktorizálják), hogy annak minél kompaktabb formáját állítsák elő, s ezáltal az ábrázolás memóriaigényét csökkentik (az elemzés végrehajtási idejének csökkentésére használt rokoneljárás a $\rightarrow$ hipotézis-faktorizáció).

fogalmi függőség (conceptual dependency, CD) – a természetes nyelvek mondataiban rejlő jelentéstartalom ábrázolásával és megértésével foglalkozó $\rightarrow$ szemantikai elmélet. Olyan számítógépes programok kifejlesztésére dolgozták ki, amelyek kielégítően megértenek természetes nyelvű mondatokat ahhoz,

hogymás nyelvre lefordíthatassák, kivonatokat készíthessenek, ill. →kérdés-válasz rendszerekben koherens válaszokat generáljanak. Célja olyan rejtett szemantikai információk kiszűrése, amelyek nem jelennek meg feltétlenül szintaktikai formában is, de következtetni lehet rájuk. Igen szoros összefüggésben van a →köznapi tudással, hiszen a köznapi fogalmak rendszere és összefüggései alapján próbálja utánogni az ember természetes tudását. A ~ felfogásában a természetes nyelv megértése tkp. egy leképzési eljárás (írott v. kiejtett) szavak sorozatáról jólformált fogalmi struktúrára (→szemantikus háló). Az elmélet kiinduló axiómája a következő: bármely két azonos jelentésű mondatnak, a kódolási nyelvtől függetlenül, csak egy ábrázolása lehet. Ebből azonnal következik, hogy bármely implicit információnak, amely a mondat jelentéséből adódik, az ábrázolásban explicit módon meg kell jelennie. A jelentéstartalom ábrázolásában használt összetevők: a cselekvő, a tevékenység, a tárgy, az irány, a forrás, a cél, az eszköz, az idő stb. Ezekre vonatkozóan →szemantikai primitívakat alkalmaznak, amelyek rendszerint a felhasználási területre jellemzőek. Az eredeti elméletben, amelyet R. C. Schank dolgozott ki a 70-es évek elején, 11 elemi cselekvést határozott meg, 4 osztályba csoportosítva:

1. globális: ATRANS – absztrakt viszonyok átvitele;

PTRANS – fizikai viszonyok átvitele;

2. fizikai: PROPEL – fizikai erőhatás egy tárgyra;

MOVE – fizikai tárgy elmozdítása;

GRASP – fizikai tárgy megragadása;

INGEST – tárgy bevitele élőlénybe;

EXPEL – tárgy kikerülése élőlényből;

3. eszközszerű: SPEAK – hangkeltő tevékenység;

ATTEND – érzékelő irányítása hatás felé;

4. mentális: MTRANS – információátvitel;

MBUILD – új információ előállítás;

Az ábrázolásra használt hálóban a csomópontok jelölik a fogalmakat, az ezeket összekötő éleket függőségeknek nevezik. Ez utóbbiakat típus és címke jelöli. Háromfajta függőség létezik: az okozati a tárgyat és a hatáskiváltó elemi cselekvést köti össze, az alanyi a cselekvőt köti a cselekvéshez, a predikatív függőség pedig valamely fogalmat köt össze egy predikátummal. A ~ egyik továbbfejlesztett, ugyancsak Schank által kidolgozott változata a →forgatókönyv.

fogalmi hierarchia (conceptual hierarchy) – a →fogalmak általánosítási szintjének megfelelő hierarchikus struktúra, amelyben a →generikus fogalmak a felső szinteket, az →egyedi fogalmak az alsó szintet foglalják el. A ~ szintjei közötti extenzionális és intenzionális viszonyok tranzitívak: így egy adott szinten található fogalom →intenzió az összes, alsóbb szinteken található fogalmak számára, s ugyanakkor →extenzió minden felette álló szinten elhelyezkedő fogalom számára (természetesen ez a megállapítás az azonos →ismeretelméleti láncon található, tehát összehasonlítható fogalmak számára érvényes). Arisztotelész ~ja 10 generikus fogalmat (kategóriát) tartalmazott a legfelső szinten: anyag, mennyiség, minőség, viszony (reláció), hely, pozíció, idő, állapot (létezés), tevékenység és passzivitás (szenvetés). B. Russel logikai rendszerében a →típushierarchiának felel meg.

fogalmi osztályozás (conceptual classification) – →osztályozás

fogalmi taxonómia (conceptual taxonomy) – az általános →taxonómia egyik változata, amely a számítógépes modellezés szempontjából különleges jelentő-

ségű. R. Michalski és R. Stepp ajánlotta a 80-as évek elején, s a $\rightarrow$ numerikus taxonómia hátrányait próbálta kiküszöbölni. Alapvető előnye, hogy a valós világ objektumait tulajdonságaik alapján sorolja osztályokba, tehát intenzionális definíció alapján lényegében $\rightarrow$ fogalmakat rendszerez $\rightarrow$ fogalmi hierarchiába ($\rightarrow$ intenzio), s így lehetővé teszi az $\rightarrow$ öröklés lehetőségeinek kihasználását.

fogalom (concept) – az elvonatkoztatás eredménye, amelynek alapján a környező valós világ tárgyait, jelenségeit osztályokba lehet sorolni, ill. az egyes konkrét jelenségeket lényegi tulajdonságaik alapján valamely osztályhoz tartozónak tekintenek. Az intelligens rendszerekkel szemben alapvető követelmény a $\sim$ képzés, vagyis a konkrét egyedek osztályokba sorolása, mint a megismerés konkrét lehetősége. Pontosabb megközelítésben a $\sim$ valójában a tudományos kutatás eredménye. Minthogy a tudományos vizsgálódás tkp. csak napi (és nem végleges) eredményeket ismer, a $\sim$ is valójában csak tudásunk máig elért eredményeit tükrözi, s csak ideális megközelítése annak a célnak, amit a tudományos kutatás eszközeivel el szeretnénk érni. A $\sim$ képzés alapvetően a különböző dolgok összehasonlításával lehetséges, tehát a $\sim$ mindig többé-kevésbé egyetemes jellegű. Azokat a dolgokat, amelyeket egy adott $\sim$ egybefoglal, a $\sim$ körének nevezik, míg az összetartozás alapjául szolgáló jegyek, tulajdonságok, kapcsolatok a $\sim$ tartalmát képezik. A $\sim$ bevezetésére általában a definíciót használják. Ez azt jelenti, hogy megadják azt az általánosabb fogalomkört, amelyikbe a meghatározandó $\sim$ tartozik (ez a $\sim$ neve), majd megadják azokat a speciális tulajdonságokat, amelyek az ill. fogalmat a többi $\sim$ től megkülönbözteti (ez a $\sim$ faja). A legáltalánosabb fogalmak, amelyeknek nincs neve, ill. a legspeciálisabb fogalmak, amelyeknek nincs faja, együttesen képezik az alapfogalmak rendszerét. A modern axiomatika egyik fontos alapelve

éppen az, hogy bizonyos fogalmakat alapfogalomként, tehát definíció nélkül fogadnak el, azok tartalmát pedig az $\rightarrow$ axiómák határozzák meg: leírják az alapfogalmak azon alapvető tulajdonságait, amelyekből a többi tulajdonságok levezethetők. A különböző fogalmak maguk is hierarchikus rendszert képeznek, amelyben alá-, fölé-, ill. mellérendeltségi viszonyok egyaránt fellelhetők. A tudás hiányossága folytán lehetséges, hogy egy $\sim$ -nak még nem lehet definíciót adni, viszont leírhatók olyan tárgyak osztályai, amelyek hozzátartoznak a $\sim$ köréhez ($\rightarrow$ osztályozás).

fogalomképzés (concept learning) – általános értelmezésben $\rightarrow$ fogalmak definiálása konkrét objektumok, példányok alapján. Lényegében az intelligens rendszerekben lejátszódó olyan folyamatok együttese, amelyek lehetővé teszik a valós világra vonatkozó új ismeretek beszerzését, finomítását, differenciálását, majd osztályokba sorolását. A MI-kutatások szempontjából a $\rightarrow$ gépi tanulás központi kérdése, s két fő irányzat vizsgálódási alapja: egyrészt a $\rightarrow$ kognitív modellezése, másrészt a számítógépes (mérnöki) modellezése. Az első irányzat a $\sim$ -nek olyan számítástechnikai elméletét próbálja kidolgozni, amelyet a humán pszichológia vizsgálati eredményei is alátámasztanak. A mérnöki megközelítés viszont minden olyan módszert és formalizmust figyelembe vesz, amelyek révén a mesterséges rendszerekben új fogalmak képezhetők példányok alapján, függetlenül attól, hogy azoknak van-e megfelelőjük az élő szervezetekben, v. sem. A $\sim$ során alkalmazott stratégiák természetesen magát a $\sim$ -t is osztályozzák, legfontosabb változatai: a $\rightarrow$ mechanikus tanulás, a $\rightarrow$ képzésalapú tanulás, a $\rightarrow$ dedukcióalapú tanulás, az $\rightarrow$ analógiaalapú tanulás, az $\rightarrow$ indukcióalapú tanulás stb.

fogalomvezérelt feldolgozás (concept-driven processing) – a $\rightarrow$ felülről-lefelé feldolgozás alternatív elnevezése az

információgyűjtésben. Az eljárás lényege az, hogy az információbefogadás cél-, ill. motivációvezérelt, vagyis már meglévő sablonokkal, elvárásokkal egybevetve igyekszik kiemelni az információtartalmat.

foglaltsági mátrix (occupancy array) – térbeli objektumok →volumetrikus leírásában használt ábrázoló formalizmus. Lényegében olyan mátrix, amelynek elemei a testhez tartozó pontok koordinátáit és más attribútumait tartalmazzák: kétdimenziós ábrázolásban az ún. →képelemek, háromdimenziós ábrázolásban az ún. →térelemek alkotják.

folyamatalapú leírás (process-based description) – a →kvalitatív fizika elméletében a következtetés alapját képező valós világrészlet leírására használt →modell. A fizikai tények ábrázolására a potenciálisan megvalósuló folyamatokat használja, ahol folyamaton az objektumokban lejátszódó változások kiváltó okát értik. Érdekes vonása a ~nak, hogy az objektumok törvényszerű viselkedésének modellezése helyett azok lehetséges kölcsönhatásaira támaszkodik.

formaelemzés (shape analysis) – a környező valós világ objektumai formáinak, ill. az objektumok térbeni elhelyezkedésének meghatározására szolgáló eljárások gyűjtőneve, amelyek a vizuális (és bizonyos mértékben a tapintási) információk alapján a környező valóság leírására alkalmasak. Gyakorlatilag a világ azon tulajdonságainak felismerésére, ill. ábrázolására vonatkozik, amelyek nélkülözhetetlenek egy-egy konkrét feladat megoldásában (→térbeni következtetés, →időbeni következtetés). Lényegében átalakítások egész sorozata, amelynek főbb lépései a következők: az információhordozó jelek kiválasztása, felismerése és osztályozása (→mintafelismerés); az egyes objektumok felismerése és kiemelése (→textúrák elemzése); az objektumok egymás közötti viszonyának, térbeni elrendezésüknek fel-

ismerése és további feldolgozásra alkalmas leírása.

formális döntéselemzés (formal decision analysis) – logikai v. heurisztikus döntéseken alapuló feladatok elemzésére kidolgozott, általános jellegű eljárás (→döntésemélet). Elvileg 5 fázisra bontható. Az elsőben a megoldandó feladat elemzését végzik el, azonosítva a lehetséges tevékenységeket, eseményeket, a valós világrészletre jellemző állapotokat stb., majd ezeket megfelelő hierarchikus struktúrába rendezik, s megválasztják a legmegfelelőbb ábrázolási formalizmust (rendszerint →döntési fát). A második lépésben azonosítják a közbenső állapotok természetét, ill. a rendelkezésre álló információk mennyiségét és minőségét a döntéshozatal szempontjából (lényegében a csomópontok besorolását döntés-, ill. esélycsomópontokba). A harmadik lépés az elvart v. lehetséges végállapotok, ill. eredmények azonosítását jelenti, megállapítva a különböző tevékenységek ezekre gyakorolt hatását (a döntési fa éleinek és csomópontjainak minősítése). A negyedik lépés a döntési fa tkp.-i kiértékelése, ill. a kiértékelést vezérlő stratégia megválasztása (rendszerint valamilyen típusú →keresés). Az ötödik lépés a választott modell konzisztenciájának kiértékelése, ill. számítógépes megvalósításának tanulmányozása.

formális logika (formal logic) – állítások és következtetések elmélete, amely csak szimbólumokkal és formákkal foglalkozik, figyelmen kívül hagyva azok bármilyen jelentését.

formális nyelv (formal language) – általában valamely tudományág elméleti rendszerezése céljából létrehozott mesterséges jelrendszer, ill. minden olyan mesterséges nyelv, amelynek →szintaxisát és →szemantikáját szigorú matematikai formalizmussal lehet leírni. A ~ekre jellemző, hogy kommunikatív funkciójuk rendszerint nincs v. elhanyagolható, mondataik kötött szabályok szerint épülnek fel, egyszerűek, kivételeket nem tű-

rő, egyértelmű értelmezésűek, s időben változatlanok (esetleges módosításuk egyben új nyelv létrehozását jelenti). Formális meghatározása szerint: a ~ valamely ábécé szimbólumaiból alkotható véges v. végtelen sorozatok halmaza, amelyeknek szemantikáját figyelmen kívül hagyják. Bár a végtelen nyelvek is alapvető fontosságúak, a vizsgálódás rendszerint a →rekurzívan felsorolható nyelvekre korlátozódik.

formális nyelvtan (formal grammar) – a →generatív nyelvtan elméletének nyelvészeti fogalmai meghatározására és tanulmányozására kialakított formális rendszer, amely képes véges definícióját adni egy végtelen nyelvnek (→matematikai nyelvészet). AG ~ olyan N,P,S négyes, ahol T: a terminális szimbólumok véges halmaza (lényegében a leírt nyelv szókincsének szavai); N: a nemterminális szimbólumok véges halmaza (lényegében a szintaktikai kategóriák – jelenlétük biztosítja a mondatok jólképzettségi feltételeinek kifejezését); P: az átíró v. helyettesítési v. produkciós szabályok véges halmaza; formájuk: $A \rightarrow X$, ahol $A (N \cup T)^+$, $X (N \cup T)^*$; S: a mondat-szimbólum v. kezdőszimbólum v. axióma, az N halmaz kitüntetett eleme, amelynek legalább egyszer meg kell jelennie önmagában egy helyettesítési szabály bal oldalán. A G ~ által leírt nyelv jelölése $L(G)$. A generatív nyelvtan elméletét a formális nyelvekre alkalmazva N. Chomsky a ~ok négy osztályát különböztette meg (a helyettesítési szabályokra tett megszorítások alapján): megszorítások nélküli →mondat-szerkezetű nyelvtan, →környezetfüggő nyelvtan, →környezetfüggetlen nyelvtan, ill. →reguláris nyelvtan (ezek alkotják az ún. →Chomsky-hierarchiát, s egyben a hozzájuk viszonyított természetes nyelvek szerkezeti bonyolultságát is minősítik).

forgatókönyv (script) – a →fogalmi függőség elméletének bővítéseként R. C. Schank által a 70-es évek végén bevezetett formalizmus olyan fogalmi viszo-

nyok ábrázolására, amelyek a valós világban szinte mindig azonos szereplők, cselekvések, eszközök stb. részvételével, hasonló körülmények között jelennek meg. A ~ tkp. a →tudásábrázolásra használt olyan memóriastruktúra, amely megadja az adott szituáció lehetséges szereplőit, tárgyait, cselekvéseit, az események sorrendjét stb. Elvi szempontból sok közös vonást mutat a →keretelmélettel. Az ismeretelemeket a ~nél is hierarchikus struktúrába szervezik, s egy általános alkalmazó eljárás lényegében →mintaillesztéses alapon választja ki a bemenő információnak legjobban megfelelő „jeleneteket”. A ~ek elméletét a →kognitív pszichológia vizsgálódásai is alátámasztják, hiszen az ember is a valós világra vonatkozó ismereteinek nagy részét sztereotip környezetbe ágyazva szerzi be. (Színimája a szövegkönyv.)

formula (formula) – →formális nyelvek alapvető szintaktikai kategóriája, az információközlés eszköze. Természetes nyelvi megfelelője a →mondat.

FRUMP – a 70-es évek második felében a Yale Egyetemen kidolgozott, a →fogalmi függőség elméletére épülő →szöveg-megértő program. Az UPI hírügynökség híreit dolgozták fel vele különböző témakörökben. Jellegzetes adatszerkezetei vázlatos →forgatókönyvek, amelyeket a bemenő szöveg elemzéséből nyert információk egészítenek ki.

funkcionális nyelvtan (functional grammar, FG) – a természetes nyelvek elemzésére kidolgozott elmélet, amely a mondat összetevőinek szintaktikai funkciója, szerepe (alany, állítmány, tárgy stb.) felől közelíti meg az elemzést. Ezek a funkciók nem feltétlenül kötődnek a szófajokhoz. Legismertebb változatai a →lexikális-funkcionális nyelvtan, a →funkcionális unifikációs nyelvtan stb.

funkcionális programozás (functional programming) – lényegében a →logikai programozás speciális változatának

tekinthető programozási irányzat (paradigma), amennyiben következmények levezetését teszi lehetővé premisszáknak (feltevések) alapján. Ezeket konstansokból, változókból és függvényszimbólumokból felépített objektumokra épülő egyenletek fejezik ki. Maga a program egyenletek rendezetlen halmaza, amelyek függvényeket és értékeket határoznak meg. A függvényeket más függvények és értékek segítségével, végső fokon pedig a megfelelő nyelv primitív függvényeivel, rekurzív formában adják meg. A következtetési mechanizmus v. a $\rightarrow$ lambdakalkulusán ($\rightarrow$ LISP) v. a rekurziós egyenleteken alapul.

funkcionális unifikációs nyelvtan (functional unification grammar, FUG) – a $\rightarrow$ funkcionális nyelvtanok egyik fontos képviselője. A nyelv jelenségeit funkcionális leírásokban adja meg, ún. leírók segítségével. Ez utóbbiak lényegében attribútum-érték párok, ahol az attribútumok szimbólumok, az értékek pedig szimbólumok v. funkcionális leírások lehetnek. Az azonos attribútumokhoz rendelt különböző értékek segítségével a többértelmű mondatok is leírhatók. Az elemzés tkp. sorozatos illesztéseken alapszik, amelyeket helyi megszorító szabályok vezérelnek. Az automata beemenetén az elemzendő mondat funkcionális leírását kapja, ezt hasonlítja össze a nyelvtanban specifikált leírásokkal, mindaddig, míg v. megfelelő mintát kap, v. elutasítja a mondatot. A $\sim$ legfontosabb alkalmazási területe a $\rightarrow$ természetesnyelv-generálás.

fuzzy logika (fuzzy logic) – $\rightarrow$ bizonytalansági logika

függőségi nyelvtan (dependency grammar, DG) – L. Tesnière által kidolgozott, egyik legrégebbi formális elemzési módszer, amely a mondatokban szereplő szavak közötti közvetlen alárendeltségi viszonyok felismerésén és osztályokba sorolásán alapszik. Jellemzősége,

hogy nem használ $\rightarrow$ nemterminális szimbólumokat, a függőségeket hierarchikus szerkezetbe építi, és azt faszerkezettel ábrázolja (a fa csomópontjait a mondat szavai címkézik). A relációhierarchiában domináns és függő elemeket különböztetnek meg, a függőségeket minősíteni is lehet. Egyik ismert gyakorlati modellje a Hays-féle $\sim$. A $\sim$ önmagában nem volt túl sikeres, de bizonyos eredményei beépültek más elméletekbe.

függőségvezérelt visszalépegetés (dependency-directed backtracking) – olyan $\rightarrow$ nemkronologikus visszalépegetés, amely a helyi optimumok mellett valamilyen globális optimumkritériumot is szem előtt tart a lehetőségek vizsgálatánál, s azonnal visszalép, ha a pillanatnyi állapot ellentmondásba kerül a globális céllal. Működési elve lényegében az, hogy a következtetési lépések nyomán megfelelő szerkezetű függőség-nyilvántartást vezetnek a feltevések és a következtetési lépések viszonyáról, ha pedig valamely feltevés hamisnak bizonyul, a következtetési láncon visszahaladva törlik mindazokat a lépéseket, amelyek a hibásnak bizonyult feltevésen alapultak. A visszalépés olyan mélységig történik, ahol az ellentmondás már nem észlelhető. Ezáltal olyan lehetőségek kiküszöbölése lehetséges, amelyek semmilyen eséllyel nem jöhetnek szóba a további keresésben.

füzérbővítő nyelvtan (string adjoining grammar, SAG) – a természetes nyelvek elemzésére kifejlesztett elmélet, amely szerint bármely mondat egy elemi (központi) mondatból és esetleges bővítések-ből áll. A bővítési műveleteket a konkrét rendszerekben bizonyos megszorítások (kényszerek) ellenőrzésétől teszik függővé. Kifejlesztése elsősorban olyan nyelvi jelenségek kezelését célozta, mint a melléknévi igenevek, a határozószók, a vonatkozó mellékmondatok stb.

G

generálás-és-tesztelés (generate-and-test) – olyan problémamegoldási technika, amely lényegében két kooperatív eljárásra épül: az egyik lehetséges megoldásokat generál adott feltételekre építve, a másik pedig kiértékeli a felkínált megoldásokat, s elveti a megszabott kényszereket ki nem elégítőket.

generatív bővített átmenetháló (generative augmented transition network, GATN) – →felszíni szerkezetek generálására alkalmas →bővített átmenetháló.

generatív modell (generative paradigm) – a nyelvelmélet egyik alapvető irányzata, amely megfelelően megválasztott, véges számú eszközzel igyekszik előállítani egy halmaz (tkp. egy nyelv) elemeit. A „generatív” jelzőt matematikai értelemben használja, vagyis olyan →axiómarendszer felépítését célozza meg, amelynek alapján felépíthető egy elmélet (→matematikai nyelvészet). Alapjául a 30-as évektől kezdődően kidolgozott matematikai apparátus szolgált, amely lehetővé teszi végtelen halmazok rekurzív leírását véges számú szabály segítségével. Ennek egyik irányzatát N. Chomsky kutatásai képezik, aki az ilyen típusú szabályrendszereket a nyelvekre vonatkozóan tanulmányozta, eredménye pedig a →formális nyelvtan, ill. annak a természetes nyelvekre alkalmazott változata, a →generatív nyelvtan. A ~re épül az egyik legfontosabb gyakorlati formalizmus is, a →transzformációs nyelvtan, ill. azok a formalizmusok, amelyek elvetették ugyan a transzformációkat, de továbbra is a ~re épülnek (pl. →lexikális-funkcionális nyelvtan, →általánosított mondat szerkezetű nyelvtan stb.).

generatív nyelvtan (generative grammar) – valamely természetes nyelv mondatait leíró szabályok összessége. Elméletének kiindulópontja az a megfigyelés, hogy a véges lehetőségekkel bíró ember képes végtelen számú mondat felismer-

résére, ha azok az ismert nyelvhez tartoznak. Ebből következik, hogy minden nyelv számára léteznie kell véges számú szelekciós kritériumnak, amelyek az ember implicit →tudásaként értelmezhetők, és amelyek alapján nyelvi következtetések vonhatók le. Az ilyen típusú kritériumok vizsgálata révén alakult ki a generatív elmélet, amely szerint a ~ olyan szabályok halmaza, amelyek képesek explicit módon leírni egy lényegében végtelen nyelvet. (A generatív jelző itt arra vonatkozik, hogy megfelelő számú szabály meghatározott sorrendű alkalmazásával az illető nyelvhez és csakis ahhoz tartozó bármely mondat előállítható.) Ha a szabályok csak azt mutatják ki, hogy a mondatok hogyan nézhetnek ki, akkor az illető ~t gyenge generatív erejűnek minősítik, ha viszont a mondatok szerkezetét is meghatározzák, akkor a ~ erős generatív erejű. E nyelvészeti fogalmak formális meghatározásával és vizsgálatával a →matematikai nyelvészet foglalkozik (→formális nyelvtan).

generikus fogalom (generic concept) – a →fogalmi hierarchia magasabb szintjein elhelyezkedő fogalom, amelynek példányai (egyedei) maguk is fogalmak.

gépi fordítás (machine translation, MT) – természetes nyelveken kódolt (írott v. elhangzó) szövegek átalakítása (lefordítása) más, ugyancsak természetes nyelvre, számítógép segítségével. Mind a klasszikus számítástudománynak, mind a MI-kutatásoknak egyik legfontosabb területe. A ~ megvalósíthatóságára vonatkozóan az évek során két végletes vélemény alakult ki. Az egyik a feladatot megoldhatatlannak tekinti mindaddig, amíg a MI-kutatások teljes mértékben meg nem oldják a →természetesnyelv-megértést. A másik felfogás nem tartja szükségesnek a nyelvek tényleges, szemantikai szintű megértését, s a ~t megoldhatónak tartja a nyelvekre (mint információhordozóra) vonatkozó →tudás alapján (→számítógépes nyelvészet).

gépi tanulás (machine learning) – olyan számítástechnikai módszerek összessége, amelyeknek révén lehetővé válik új ismeretek beépítése a mesterséges rendszerekbe, új készségek kialakítása, ill. a meglévő ismeretek átrendezése, átértékelése. A MI-kutatások ilyen célú vizsgálódásai lényegében három csoportba sorolhatók: →tudásalapú rendszerek fejlesztésének és működtetésének elméleti és gyakorlati támogatása; az emberszintű tanulási folyamatok megértése és modellezése; a tanulás módszereinek számítógépes modellezése. Bár a ~ már az 50-es évek közepétől az érdeklődés középpontjába került (pl. a →neuronhálók is elsősorban ezt tűzték ki célul), a kutatások lényegében a numerikus kódolás, ill. az algoritmikus feldolgozás szintjén maradtak. A 60-as évek közepétől egyre nagyobb hangsúllyal jelentkeztek a szimbolikus feldolgozás, ill. a tudásalapú feldolgozás irányában tett kísérletek. Az első komolyabb eredmények a →fogalomképzés és a →nyelv-elsajátítás területén születtek, majd a 70-es évek végétől fordult a figyelem elsősorban a tanulás modellezhetősége felé. Maga a tanulási folyamat úgy is felfogható, mint a fogalmak leírásának terében végrehajtott →keresés. A javasolt módszerek különböznek egymástól aszerint, hogy a keresés iránya az egyszerűbbtől az általánosabb fogalmak felé mutat v. fordítva, de megegyeznek abban, hogy rendszerint induktív módszert alkalmaznak (→indukcióalapú tanulás). A ~ egyik érdekes területe az emberi felfedező készséget igyekszik modellezni, ezért vizsgálódásainak középpontjába a →taxonómiát helyezi.

gondolkodás (thinking) – az emberre jellemző alapvető mentális tevékenység. Általános megközelítésben a létező →tudásnak (esetleg új információk tükrében történő) aktív átalakítása új ismeretökké valamely meghatározott cél elérése érdekében. Igen komplex tevékenység, amely első megközelítésben a következő

fontos résztevékenységeket foglalja magában: →következtetés (létező ismeretekből v. véleményekből új ismeretek levezetése), döntéshozás (a lehetőségek felmérése és a legalkalmasabb alternatíva kiválasztása – →döntéselmélet), →problémamegoldás (valamely cél elérésében alkalmazható ismeretek és módszerek kiválasztása, ill. elvégzése). Ezek az egymást mélyen átszövő-átfedő tevékenységek végső soron nem is képezhetnek szigorú fogalmi elkülönítést. A →kognitív pszichológia vizsgálódásai kimutatták, hogy – a tudományos kutatástól eltekintve – az emberi ~ igen gyakran közvetlen megfigyelésen, tapasztalaton alapul (→heurisztika), s sokszor igen távol áll a formális logika szabályaitól (→köznapi következtetés, →alapértelmezett következtetés, →nemmonoton következtetés stb.).

gradlens módszer (gradient method) – →„hegymászó” keresés

gráf (graph) – matematikai objektum, amely geometriailag csomópontokból és az ezeket összekötő élekből áll. Az élék a csomópontok között fennálló esetleges kapcsolatokat fejezhetik ki. Az →irányított ~nál (→digráfnál) nemcsak az jellemző a két csomópont kapcsolatára, hogy össze vannak-e kötve v. sem, hanem az is, hogy az esetleges él melyik csomópontból indul ki: a kiinduló csomópontot szülőnek, a beérkezésit utódnak nevezik. Két csomópontot közbelső csomópontokon keresztül összekötő irányított élsorozat →irányított utat képez, az első csomópontot pedig őznek, a beérkezésit leszármazottnak nevezik. Egy adott csomópont a ~ gyökércsomópontja, ha az összes többi csomópontnak ő az őse. Azonos kezdő- és végcsomóponttal rendelkező út hurkot alkot (lehet irányított v. nemirányított). Speciális ~ az ún. →összefüggő ~, amelyben bármely csomópont bármely másik csomópontból →úttal elérhető. A ~ ábrázolására – a legismertebb grafikus módszer mellett – a →szomszédossági mátrix használható.

A számítástechnikában különleges jelentőségű irányított $\sim$ a $\rightarrow$ fa.

gráfkeresés (graph searching) – a próba-hiba módszeren alapuló $\rightarrow$ teljeskörű keresés hátrányait enyhítő eljárásosztály. Alapötlete a korábban bejárt utak nyilvántartása, ill. a $\rightarrow$ reprezentációs gráf lépésenkénti felépítése (ez az ún. $\rightarrow$ keresőgráf). Ez azt jelenti, hogy minden út aktuális végén az adott csomópont minden utódcsomópontját létrehozzák ($\rightarrow$ csomópont-kiterjesztés), vagyis alkalmazzák rá az összes felhasználható operátort.

grammatikus mondat (grammatical sentence) – $\rightarrow$ jólképzett mondat, $\rightarrow$ nyelvi performancia

Greibach-normálalak (Greibach normal form) – a $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvtanok egyik szűkített változata,

amelynél a $\rightarrow$ helyettesítési szabályok jobb oldalán egy $\rightarrow$ terminális szimbólum áll, amelyet esetleg több $\rightarrow$ nemterminális szimbólum követhet. Egy ilyen nyelvtannal bizonyíthatóan bármely környezetfüggetlen nyelv előállítható, kivéve az üres sorozat levezetését (ezt általában külön szabállyal szokták definiálni). A $\sim$ -nak elsősorban elméleti jelentősége van, amennyiben igazolja az ekvivalens $\rightarrow$ veremautomata létezését.

GUIDON – a 70-es évek második felében a Stanford Egyetemen W. J. Clancey által kidolgozott tudásalapú oktatórendszer ($\rightarrow$ intelligens számítógépes oktatás). Architektúrája $\rightarrow$ EMYCIN-re épülő $\rightarrow$ szabályalapú rendszer. Határkövet jelent a számítógépes oktatás történetében, ugyanis ezt tartják az első $\rightarrow$ tudásalapú rendszernek ezen a területen.

H

HACKER – az ember problémamegoldó készségének modellezésére G. J. Sussman által kidolgozott program a →kockák világában. Eljárási stratégiája röviden a következő: adott probléma megoldását először már ismert megoldások tárában keresi; ha nincs ilyen kész megoldás, megpróbál →tervet készíteni egy, már ismert terv hasonlóságra alapozott módosítása révén; ezután egy felülbíró eljárás lép működésbe, amely az ideiglenes terv hiányosságait próbálja felfedezni, ill. kijavítani; az esetleg így létrehozott helyes megoldás elraktározódik, mintegy utánozva az emberi problémamegoldási készség gyakorlat útján szerzett gazdagodását.

HARPY – a 70-es évek második felében a Carnegie-Mellon Egyetemen kidolgozott →beszédmegértő rendszer.

hasonlóságl típus (similarity type) – alapvető elvonatkoztatás, amelynek alapján a →modeliek ekvivalencia-osztályokba sorolhatók. Matematikai formáját egy rendezett ötös adja meg:

$\langle R, F, K, tr, tf \rangle$, ahol R a relációk, F a függvények, K a konstansok véges halmaza, tr a relációk, tf pedig a függvények véges argumentumszáma (aritása). Minden ~hoz hozzárendelhető egy elsőrendű nyelv úgy, hogy annak minden mondata meghatározott →igazságértékkel rendelkezik az adott típus bármely struktúrájához.

hasznos válasz (useful answer) – tudásalapú →kérdés-válasz rendszerek által szolgáltatott olyan →helyes válasz, amely a kérdező számára hasznosítható információt hordoz. Az első látásra triviálisnak tűnő problémának komoly következményei lehetnek viszont a konkrét rendszerek tervezésénél, elsősorban az →ismeretbázisba beépített tények kiválogatásában, ill. szervezésében. Ezekkel a problémákkal a →kérdések logikája foglalkozik.

határfelület-leírás (boundary description) – a →vizuális objektumfelismerésben használt ábrázolási módszer, amely a különböző térbeli objektumokat határvonalakkal, ill. határfelületeik leírásával ábrázolja.

háttértudás (background knowledge) – olyan általános, rendszerint a →köznapitudás körébe tartozó ismeretgyűjtemény, amely nem egy konkrét probléma megoldására jellemző ugyan, de nélküle nehezen v. egyáltalán nem oldható meg az adott feladat. Jellegzetes felhasználási területe a természetes nyelvek megértése (pl. →történetmegértés), ahol az elemzett szövegből származó információk sokszor nem elégségesek a biztos megértéshez.

HEARSAY-II – a 70-es évek második felében kifejlesztett →beszédmegértő rendszer. F. Hayes-Roth, V. Lesser és munkatársai dolgozták ki a Carnegie-Mellon Egyetemen, s alapvető érdeme egy új szemléletű architektúrának, az ún. →munkatábla-rendszernek a bevezetése. Kb. 1000 szót tartalmazó szótárra alapozva egyszerű angol nyelvű, kiejtett mondatok megértését tűzte ki célul. A zajos beszédjel parametrizált ábrázolásából kiindulva öt elvonatkoztatási szinten halad át: szegmens, szótag, szó, szósorozat, ill. mondat. 12 →együttműködő ismeretforrás kommunikál a munkatáblának nevezett globális adatbázison keresztül, együttműködésüket →heurisztikán alapuló ütemező vezérli. A rendszer fejlesztése során nyert tapasztalatokra építve dolgozták ki területfüggően változtatást mint →keretrendszert, a →HEARSAY-III-at.

HEARSAY-III – a →munkatábla-rendszer elvén építkező, →tudásalapú rendszerek fejlesztésére kidolgozott →keretrendszer. Architektúráis jellemzői: munkatáblája relációs adatbázis, vezérlési stratégiáját →irányított gráfokon végzett →keresés képezi, az →együttműködési ismeretforrásokat a →démonok elvén alapuló ütemező irányítja.

„hegymászó” keresés (hill-climbing search) – a legegyszerűbb $\rightarrow$ heurisztikus keresési stratégia. Alapelve az, hogy a cél elérését a megjósolhatóan legközelebb álló csomópontok kiválasztásával kísérli meg, vagyis mindig a helyi optimumot keresi. Ez lényegében azt jelenti, hogy az eljárás figyelmen kívül hagyja az adott csomópontig bejárt út költségét, s a kiterjesztésre szánt csomópont kiválasztását csakis a $\rightarrow$ heurisztikus függvény értékétől teszi függővé: a $\rightarrow$ kiértékelő függvény tehát egykomponensű, s megegyezik a heurisztikus függvénnyel. Ha az $\rightarrow$ állapottér egy adott állapotának megfelelő csomóponttól a célig szükséges $\rightarrow$ költség feltételezett értéke $h(n)$, akkor a $\sim$ a következő utódcsomópont kiválasztásánál azt veszi figyelembe, amelyre a $h(n)$ a legkisebb. A módszer egyik nagy hátránya, hogy végtelen ciklusba kerülhet akkor, ha nem jegyzi meg a már bejárt csomópontokat. Ezt úgy kerülük el, hogy egy listára (tipikusan CLOSED listának nevezik) feljegyzik a már bejárt csomópontokat, elkerülendő azok újbóli megvizsgálását. Ez garantálja, hogy az eljárás befejeződik minden, véges $\rightarrow$ feladattérrel leírható problémánál. A módszer másik nagy hibája abból következik, hogy a helyi optimum nem jelenti feltétlenül a globális optimumot is. Ezt a hátrányt az $\rightarrow$ optimumkeresés küszöböli ki. (Szinonimája a $\rightarrow$ gradiens módszer.)

helyesség (soundness) – olyan $\rightarrow$ logikai rendszer tulajdonsága, amelyben minden, formális levezetéssel nyerhető $\rightarrow$ tétel egyben $\rightarrow$ érvényes formula. Felsoroló kalkulust alkalmazó rendszereknél ez azt jelenti, hogy a kalkuláció csak érvényes formulákat sorol fel.

helyes válasz (correct answer) – tudásalapú $\rightarrow$ kérdés-válasz rendszerek által szolgáltatott $\rightarrow$ válasz bizonyos körülmények között elfogadható típusa, meghatározása a $\rightarrow$ kérdés-válaszolás feladatköréhez tartozik. Gyakorlati rendszerekben több szempontból is körülmé-

nyes az előállítása. Az $\rightarrow$ elsőrendű logikát alkalmazó rendszerekben a $\sim$ teljességének garantálása eleve lehetetlen a korlátozott individuumtartomány (tkp. $\rightarrow$ ismeretbázis) következtében. Szűk, specializált területeken ez az akadály jórészt leküzdhető, ezzel magyarázható egyes $\rightarrow$ szakértőrendszereknek kereskedelmi forgalmazásban is elismert sikere. A gyakorlati hasznosíthatóság szempontjából a $\sim$ oknak is csak bizonyos része játszik szerepet, ezek az ún. $\rightarrow$ hasznos válaszok, ill. a $\rightarrow$ nemfélrevezető válaszok.

helyettesítés (substitution) – az $\rightarrow$ egyesítésben használt olyan véges $\{v_1/t_1, \dots, v_n/t_n\}$ halmaz, amelyben v_i egymástól különböző változók, t_i pedig $\rightarrow$ termek ($\rightarrow$ predikátumkalkulus). Az $\rightarrow$ elsőrendű logika nyelvén ha P egy $\rightarrow$ jólformált formula, és egy $\sim$, akkor P a P egy $\rightarrow$ példánya, amely úgy állítható elő, hogy P -ben a v_i változók minden előfordulását egyidejűleg t_i -vel helyettesítik. Azt a $\sim$ -t, amely két (v. több) formulát azonossá tesz, a formulák $\rightarrow$ egyesítőjének nevezik. Az üres $\sim$ -t az üres halmaz jelenti, vagyis nincs semmilyen változtatás.

helyettesítési szabály (substitution rule) – a $\rightarrow$ formális nyelvtan egyik összetevője, a szimbólumsorozatokat átalakító szabály. Általános formája $X \rightarrow Y$, ahol X és Y olyan szövegek, amelyek $\rightarrow$ terminális és/vagy $\rightarrow$ nemterminális szimbólumokból épülnek fel, értelmezése pedig: a bal oldalon álló szöveg helyettesíthető a jobb oldalon álló szöveggel. A $\sim$ ok megfelelő sorrendű alkalmazása a $\rightarrow$ szintaktikai elemzés. A $\sim$ definíciója igen sokféle átalakítást tesz lehetővé, ezért a gyakorlatban bizonyos megszorításokat alkalmaznak. N. Chomsky a $\rightarrow$ mondat szerkezetű nyelvtanok tanulmányozása során a $\sim$ okra tett megszorítások természetét alapján 4 nyelvtípust határozott meg ($\rightarrow$ Chomsky-hierarchia). A $\sim$ mechanizmusa (tkp. ennek értelmezett változata) a $\rightarrow$ produkciós rend-

szerekben is megtalálható, $\rightarrow$ produkciós szabály formájában. (Szinonimája az $\rightarrow$ átíró szabály.)

hétköznapi következtetés (common sense reasoning) – $\rightarrow$ köznapi következtetés

hétköznapi tudás (common sense knowledge) – $\rightarrow$ köznapi tudás

heurisztika (heuristics) – bizonyos típusú feladatok olyan megoldási módszereinek rendszere, amely a gyakorlatból, az ismételt próbálkozásokból eredő tapasztalatokon alapszik, v. találékonyságra, ill. intuícióra támaszkodik. Hasznossága elsősorban abban rejlik, hogy elfogadható kompromisszumot jelent a felhasználható tudás, a megoldási idő, ill. a kapott eredmények minőségi szintje között. Az elsősorban $\sim$ val megoldható feladatok két nagy csoportba sorolhatók. Az első osztályba azok a feladatok tartoznak, amelyek megoldására a jelenlegi tudás szerint nem létezik pontos megoldási algoritmus. A második csoportot azok a feladatok képezik, amelyek számára ismeretes ugyan elméleti megoldási algoritmus, viszont az, hatalmas erőforrásigénye miatt, a gyakorlatban nem alkalmazható ($\rightarrow$ kombinatorikus robbanás). A $\sim$ rendszerint csak közelítő eredményekhez vezet, azokat viszont elfogadható minőségi szinten és feldolgozási időn belül biztosítja. Lényegében a $\sim$ az eredetileg megoldandó feladat leegyszerűsített modelljeire ad megoldásokat, s ezek közül kell kiválasztani azt az optimálisat, amely elfogadható mértékben megközelíti a pontos megoldást.

heurisztikus elemzés (heuristic parsing) – szemantikai, ill. fogalmi elemekkel bővített $\rightarrow$ szintaktikai elemzés (pl. $\rightarrow$ feltételezésvezérelt elemzés, $\rightarrow$ szószakértő elemzés stb.)

heurisztikus eljárás (heuristic procedure) – általános értelemben feladatok megoldásánál a $\rightarrow$ heurisztika elemeit alkalmazó eljárás. Alapvető jellegzetessége, hogy nem matematikailag v. logikailag megalapozott, hanem gyakorlati

megfigyelésekből eredő, esetleg intuícióra támaszkodó elemeket használ. Nem garantálja a biztos megoldást, de a legtöbb esetben elfogadható közelítésű eredményeket szolgáltat elfogadható időn belül, jelentősen javíthatja az általános feladatmegoldás hatékonyságát. A megoldások minőségét, ill. költségét erősen befolyásolhatja a heurisztikus elemek beépítésének mennyisége, ill. helye.

heurisztikus függvény (heuristic function) – a $\rightarrow$ heurisztikus keresés különböző változatainál a feladatban használt $\rightarrow$ heurisztikát képviselő függvény. Lényegében a $\rightarrow$ kiértékelő függvény felépítésében az az összetevő, amely adott csomópontból a célállapotig bejárando út becsült $\rightarrow$ költségét jelenti.

heurisztikus keresés (heuristic search) – alapvető $\rightarrow$ keresési módszer, stratégia, amely több-kevesebb tudást is felhasznál a $\rightarrow$ feladattérben kiválasztásra kerülő csomópontok meghatározásában ($\rightarrow$ heurisztikus függvény). A valós feladatok legnagyobb részében rendelkezésre állnak olyan információk, amelyek alapján az alternatív lehetőségek közül – kisebb-nagyobb valószínűséggel – kiválasztható az, amelyik közelebb visz a megoldáshoz ($\rightarrow$ heurisztika). Éppen ez az a jellemző, amely a $\sim$ t megkülönbözteti a $\rightarrow$ teljeskörű kereséstől, ami nem más, mint „vak” keresés a megoldás után. A $\sim$ központi fogalma a $\rightarrow$ költség, amelyet az alternatív lehetőségekhez hozzárendelnek, s így minőségileg jellemezhetők a kiválasztáshoz rendelkezésre álló utak. (Ha ez a költség konstans minden alternatívára, akkor a $\sim$ tkp. a teljeskörű keresésre redukálódik.) A költség egyes feladatoknál eleve hozzárendelhető a rendelkezésre álló alternatívákhoz, másoknál a konkrét adottságok alapján egy $\rightarrow$ kiértékelő függvény minimálása révén határozható meg. A legismertebb $\sim$ i eljárások közé tartoznak: a $\rightarrow$ „hegymászó” keresés, az $\rightarrow$ optimumkeresés, az $\rightarrow$ A* keresés, a $\rightarrow$ nya-

lábolt keresés, a $\rightarrow$ mélységnövelő A^* keresés stb. (Szinonimája az $\rightarrow$ informált keresés.)

heurisztikus kompetencia (heuristic adequacy) – $\rightarrow$ formális nyelvekkel szemben támasztott azon képesség, amely lehetővé teszi következtető algoritmusok, módszerek számítógépes megvalósítását, a nyelv utasításainak segítségével (másik két alapvető követelmény az $\rightarrow$ ismeretelméleti kompetencia és az $\rightarrow$ ontológikus kompetencia).

heurisztikus program (heuristic program) – programozástechnikai szempontból minden olyan program, amely nem determinisztikus algoritmusokat valósít meg, hanem próbálkozás-hiba módszerrel működik. Bizonyos értelemben tanulási elemeket is tartalmazhat, amennyiben korábbi tapasztalatok alapján megváltoztathatja működését.

hézagos nyelvtan (gapping grammar, GG) – az $\rightarrow$ extrapozíciós nyelvtan általánosított változata, amely a többszörös bal extrapozíciót, ill. a jobb extrapozíciót egyaránt kezelni képes.

hierarchikus gráf (hierarchical graph) – $\rightarrow$ hipergráf

hiperél (hyperarc) – egyetlen $\rightarrow$ redukciós operátornak megfelelő közönséges élek egy csoportja a $\rightarrow$ hipergráfban ($\rightarrow$ problémaredukció).

hipergráf (hypergraph) – olyan $\rightarrow$ gráf, amelynek csomópontjai maguk is gráf-szerkezeteket képviselnek. Jellemzőes ~ pl. a $\rightarrow$ problémaredukció módszertanában használt formalizmus, az $\rightarrow$ ÉS/VAGY gráf. (Szinonimája a $\rightarrow$ hierarchikus gráf.)

hiperút (hyperpath) – $\rightarrow$ ÉS/VAGY gráfban egy olyan $\rightarrow$ részgráf, amelynek minden csomópontjából egyetlen $\rightarrow$ hiperél indul ki. Az a ~, amely a gyökércsomópontból indul ki és a $\rightarrow$ primitív problémák csúcsaiban ér véget, az ÉS/VAGY gráf egy $\rightarrow$ megoldásgráfját jelenti.

hipotézis (hypothesis) – $\rightarrow$ premissza
hipotézis-faktorizáció (hypothesis factoring) – természetes v. mesterséges

(programozási) nyelvek $\rightarrow$ szintaktikai elemzésének hatékonyabbá tételére alkalmazott, tkp. a $\rightarrow$ konkrét szintaxis előállításában használt eljárás. Lényege abban áll, hogy az adott formalizmussal ábrázolt nyelvtan produkciós szabályainak közös elemeit kiemelik (faktorizálják), hogy az elemzés során végzett döntési problémákat minél egyszerűbbé tegyék, s ezáltal az elemzés végrehajtási időigényét csökkentsék (a memóriaigény csökkentésére használt rokoneljárás a $\rightarrow$ fogalmi faktorizáció).

horizontális elemzés (breadth-first parsing, BFP) – a $\rightarrow$ szintaktikai elemzés olyan stratégiája, amely a $\rightarrow$ szintaxisfát szintenként építi fel. Ez lényegében azt jelenti, hogy ha egy adott $\rightarrow$ mondatformára több $\rightarrow$ helyettesítési szabály is alkalmazható, akkor ezeket mind figyelembe veszi, s így tkp. a szintaxisfa szélességében halad előre. Mivel adott pillanatban minden lehetőséget nyilvántart, $\rightarrow$ visszalépegetésre akkor sincs szükség, ha ezek közül egyesek hamisnak is bizonyulnak valamelyik szinten (ellentétben a $\rightarrow$ vertikális elemzéssel). Ennek tulajdonítható hátránya is, a jelentős memóriaigény.

horizontális keresés (breadth-first search) – a $\rightarrow$ teljeskörű keresés egyik alaptípusa. Kiinduló feltételezése az, hogy a $\rightarrow$ feladattérben (ill. $\rightarrow$ állapottérben) a megoldást jelentő célállapot nagy valószínűséggel a kezdőállapothoz közel eső valamelyik szinten helyezkedik el, ezért a feladatot ábrázoló $\rightarrow$ gráf (fa) ugyanazon a szintjén található csomópontjait vizsgálja először. Ez úgy valósítható meg, hogy ha a vizsgált csomópont nem a célállapotot képviseli, akkor az azonos szinten található következő utódcsomópontot vizsgálják. Ha egyik utódcsomópont sem vezetett eredményre az adott szinten, csak akkor kerül sor a következő szint csomópontjainak vizsgálatára. (A ~ tkp. $\rightarrow$ gráfkeresés, ugyanis a $\rightarrow$ keresőgráfot lépésenként, $\rightarrow$ csomópont-kiterjesztéssel építi fel.) A megvizs-

gálandó csomópontok feljegyzésére FI-FO szerkezetű listát használnak (rendszerint OPEN listának hívják). Ha b jelöli az $\rightarrow$ elágazási tényezőt (vagyis az utód-csomópontok átlagos számát) és d a $\rightarrow$ keresési mélységet, akkor az eljárás időbonyolultsága $IO(b^d)$, megegyezik a $\rightarrow$ vertikális keresés időkomplexitásával. Az eljárás hátránya a térbonyolultság, ugyanis mindegyik szintet tárolni kell, mielőtt a következő szint kiterjesztését elvégeznék, számszerű értéke $TO(b^d)$. A $\sim$ mindig talál megoldást, ha az létezik, s ilyenkor a lehetséges legrövidebb megoldási utat határozza meg. (Szinonimája a szinten keresés v. a szélességi keresés.)

Horn-klóz (Horn clause) – Alfred Horn-ról elnevezett olyan speciális $\rightarrow$ klóz, amely egyetlen következményt tartalmaz, tehát formája $P_1, \dots, P_m \Rightarrow R$, értelmezése pedig: az R következmény a premisszát alkotó P_i ($1 \leq i \leq m$) feltételek szimultán érvényességéből következik. A $\sim$ igen alkalmas $\rightarrow$ ismeretek ábrázolásá-

ra, s alapjául szolgált a $\rightarrow$ logikai programozás (ill. a $\rightarrow$ PROLOG) kialakulásának.

hossznövelő nyelvtan (length-increasing grammar) – $\rightarrow$ környezetfüggő nyelvtan

hosszútávú memória (long-term memory, LTM) – $\rightarrow$ szabályalapú rendszerek $\rightarrow$ ismeretbázisának az a része, amely a $\rightarrow$ deklaratív szabályokat, vagyis a modellezett szakterület objektumaira, ok-okozati összefüggéseire, viszonyaira stb. vonatkozó ismereteket tartalmazza, lényegében a $\rightarrow$ tárgyköri tudás megtestesítője.

hozzáférés-figyelő módszer (access-oriented method) – olyan programozástechnikai paradigma, amelynél a különböző eljárások aktiválása (végrehajtási ütemezése) nem előre rögzített sorrendben történik, hanem kijelölt adatstruktúrák változása alapján. MI-programokban jellegzetes $\sim$ pl. az ún. $\rightarrow$ démon-módszer, ill. a $\rightarrow$ mintaillesztésen alapuló $\rightarrow$ mintavezérelt aktiválás.

Idempotencia (idempotency) – $\rightarrow$ ekvivalens formulák

Időbeni következtetés (temporal reasoning, TR) – a $\rightarrow$ következtetés olyan formája, amely a valós világ eseményeinek időbeni eloszlására, egymásutánosságára, az állandó változásokra vonatkozik. A $\rightarrow$ köznapi következtetés egyik fontos, igen nehezen modellezhető részterülete. Ebből a szempontból a MI-kutatások előtt két alapvető cél áll: egyrészt egy olyan formalizmus kidolgozása, amely képes leírni bizonyos kijelentések igazságtartalmát az idő függvényében, másrészt az ún. törvényszerű változások kritériumának megállapítása, az ok-okozat viszony tanulmányozása. Az $\sim$ modellezésére javasolt első formalizmusok egyike a $\rightarrow$ situációkalkulus, amely számos $\rightarrow$ tervezési rendszer alapjául szolgált. P. J. Hayes modellje az ún. $\rightarrow$ naiv fizikán alapszik, vagyis a $\rightarrow$ köznapi tudás azon részére, amelyen keresztül az emberek többsége intuitívan értelmezi a környező világ eseményeit. Formalizmusa a valós objektumok négydimenziós (tér+idő) történeteinek leírására szolgál ($\rightarrow$ objektumtörténet). Ennek továbbfejlesztett változatai az $\rightarrow$ intervallumkalkulus, ill. a $\rightarrow$ temporális logika.

Igazságérték (truth value) – $\rightarrow$ logikai rendszerek nyelvén a mondatok igazságtartalmának mértéke. A logika nyelvének mondatait az interpretációk kapcsolják össze a $\rightarrow$ modellekkel: minden mondat a modelltől állít valamit, tehát meghatározható igazságtartalma van. Az interpretáció meghatározásához tehát meg kell adni az $\sim$ ek halmazát és azokat a műveleteket, amelyek rajtuk végrehajthatók ($\rightarrow$ kétértékű logika, $\rightarrow$ többértékű logika). (Szinonimája a $\rightarrow$ logikai érték.)

Igazságfunkcionális logika (truth-functional logic) – az $\rightarrow$ ítéletek logikájának alternatív elnevezése, elsősorban arra utalva, hogy az $\rightarrow$ ítéletek olyan kife-

jezések jelölnek, amelyeknek $\rightarrow$ igazságértéke kizárólag csak igaz v. hamis lehet.

Igazságkarbantartás (truth maintenance) – a $\rightarrow$ köznapi következtetés egyik jellemzője, ill. tevékenysége. Annak felismerésén alapszik, hogy a valós világ állandó jellegű változásokon megy keresztül, s a $\rightarrow$ tudás alapvetően viszonylagos. Egyes, addig igaznak elfogadott ismeretek az új tapasztalások fényében elavulhatnak, mások módosulhatnak, új ismeretek épülhetnek be, a tudás állandóan bővül, finomodik. Az $\sim$ elsődleges feladata éppen e változások nyomkövetése, ill. az egész $\rightarrow$ ismeretbázis ellentmondás-mentességének a biztosítása ($\rightarrow$ vélemény-átértékelés).

Igazságkarbantartó rendszer (truth-maintenance system, TMS) – a $\rightarrow$ vélemény-átértékelés modellezésére R. M. Stallman és G. J. Sussman elméletén alapuló, J. Doyle által kidolgozott területfüggetlen rendszere. Olyan $\rightarrow$ tudásalapú rendszer, amelynek $\rightarrow$ ismeretbázisában minden állítást a hihető v. nem hihető attribútum minősít, következtetési mechanizmusa pedig képes felfedezni bizonyos ellentmondásokat, s helyreállítani a rendszer ellentmondás-mentességét. Az $\sim$ kétfajta objektum definiálására épül: állításokra és érvekre, ez utóbbiak támasztják alá azt a tényt, hogy a rendszer elfogad v. sem egy állítást. Minden állításhoz egy v. több érv kapcsolódhat. Az $\sim$ következtetési mechanizmusa a $\rightarrow$ függőségvezérelt visszalépegetés.

Igazságmátrix (truth matrix) – olyan egyszerűsített $\rightarrow$ igazságtáblázat, amely a kétargumentumú $\rightarrow$ logikai függvények explicit definíciójának szemléletes leírására szolgál. Bal szélső oszlopában az első, legfelső sorában a második argumentum értékei szerepelnek. A $\rightarrow$ konjunkció, a $\rightarrow$ diszjunkció, az $\rightarrow$ implikáció, ill. az $\rightarrow$ ekvivalencia rendre a következő $\sim$ szal definiálható:

konj	0	1	diszj	0	1
0	0	0	0	0	1
1	0	1	1	1	1

impl	0	1	ekv	0	1
0	1	1	0	1	0
1	0	1	1	0	1

Igazságtáblázat (truth table) – 1. Egy- v. többváltozós logikai függvény értékeit az argumentumok értékének függvényében feltüntető táblázat. – 2. A $\rightarrow$ tételbizonyítás egyik eszköze, amely táblázatos formában ábrázolja a feltételek ($\rightarrow$ premisszák) minden $\rightarrow$ interpretációja, ill. a bizonyítandó $\rightarrow$ tétel megfelelő igazságértékeit.

ikonikus modell (iconic model) – a valós világ hű másolásán alapuló $\rightarrow$ modell, amely csak méreteiben tér el az ábrázolt világtól ($\rightarrow$ léptékprobléma). Fontos szerepet játszik a $\rightarrow$ térbeni következtetés, a $\rightarrow$ képmegértés stb. vizsgálatában.

Imperatív szabály (imperative rule) – $\rightarrow$ szabály

Implikáció (implication) – olyan $\rightarrow$ logikai művelet (ill. kétargumentumú $\rightarrow$ logikai függvény), amelynek értéke akkor és csakis akkor hamis, ha az első argumentum igaz, a második viszont hamis. Ha P és Q $\rightarrow$ ítéletek, akkor az $\sim$ jelölése $P \rightarrow Q$ („P-ből következik Q”), $\rightarrow$ igazságtáblázata pedig:

P	Q	$P \rightarrow Q$
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

(Szinonimája a $\rightarrow$ kondicionális.)

Individuumkonstans (individual constant) – $\rightarrow$ individuumnév

Individuumnév (individual name) – bármely nyelv alapvető nyelvtani kategóriája, amelynek szemantikai funkciója egyedi objektumok megnevezése, jelölé-

se ($\rightarrow$ denotációja). Természetes nyelvi megfelelője a főnév, v. általában a névszói csoport (pl. „épület”, „az épület tervezője” stb.). Két változata lehet: az $\rightarrow$ individuumváltozó (a köznapi nyelvben a névmások) csak konkrét behelyettesítés révén jelöli az objektumot, az $\rightarrow$ individuumkonstans (főnevek) viszont közvetlenül megjelöli az illető objektumot. Hasonló funkciójú elemek a $\rightarrow$ metanyelvben is megtalálhatók (sokszor egyszerűen a változó, ill. a konstans elnevezéssel).

Individuumváltozó (individual variable) – $\rightarrow$ individuumnév

Indukcióalapú tanulás (learning by induction) – a $\rightarrow$ fogalomképzés olyan formája, amelyben a tanuló a valós világból származó tények, jelenségek alapján, $\rightarrow$ induktív következtetés útján jut új $\rightarrow$ fogalmak birtokába. Lényegében két különböző módszer alapján valósulhat meg, attól függően, hogy a megtanulandó fogalom már létezik, v. csak ezután kerül meghatározásra. Az első módszer a példákon alapszik, amelyek tanártól v. a környezetből származhatnak, s a tanuló feladata, hogy ezekből és esetleges ellenpéldákból következtessen egy-egy általánosabb fogalom meghatározására. Jellemzőes ebből a szempontból az orvosi képzés, ahol a tünettant konkrét betegeken bemutatva tanítják. A másik módszer a megfigyelésre és felfedezésre támaszkodik, ahol különböző egyedek megfigyeléséből szűrhetők ki az azokat esetleg fogalomba osztályozó tulajdonságok. Jellemzőes módszere a tudományos vizsgálódásoknak.

Induktív következtetés (inductive inference) – olyan $\rightarrow$ következtetés, amely egyedi premisszákból (feltételekből, példákból) jut általános érvényű következményre. Jellemzőes $\sim$ pl. a különböző tudományos elméletek felállítása, az alakfelismerés, a tanulás bizonyos formái stb., s legáltalánosabb értelmezésben a $\rightarrow$ fogalmak alkotásának legfonto-

sabb módszere. Az ~ egyik fontos részterülete a →nyelvtani következtetés.

Információ (information) – eredeti értelmezésben: olyan tájékoztatás, közlés, adat, ismeret, hír stb., amely a címzett által értelmezhető, számára tényleges v. potenciális értelme van, s amelynek célja a bizonytalanság csökkentése, a lehetséges alternatívák közötti választás elősegítése. Számítástechnikai, bővített értelmezése általában az ismeretre vonatkozik, amely új, addig nem ismert vonatkozásokat közöl az emberrel v. a számítógéprendszerrel a környező valóságról. A számítógéprendszerek adatokkal dolgoznak, amelyek az ~ fizikai ábrázolásai, s csak ilyen értelemben mondható, hogy a számítógépek ~t dolgoznak fel. A gépi feldolgozás szempontjából csak az a fontos, hogy egyértelműen azonosítani lehessen az adatok eredetét (szimbolikus feldolgozás). Nem szükséges ismerni az ~k jelentését, elegendő az adatok ismerete. Az →információelmélet és az adatfeldolgozás egyesített értelmezése szerint az ~ egy hordozóból és a mellérendelt jelentésből álló logikai egység.

Információábrázolás (information representation) – Az →információ meghatározásából kitűnik, hogy az egy hordozó és a mellérendelt jelentés logikai egysége. Az ~ az első összetevőre vonatkozik, s magában foglalja a hordozó közegét és az információ kódolásának módját. A hordozó közege v. adathordozó (lyukszalag, lyukkártya, mágnesszalag, mágneslemez stb.), v. a kommunikációs csatornákon áthaladó impulzussorozat. Az ~ másik fontos feladata annak a kódolási formának a megválasztása, amely révén az adott információ minimális jelhalmazzal válik hordozhatóvá. A MI-kutatások szempontjából az ~ különleges jelentőségű vonatkozása a →tudásábrázolás.

Információelmélet (information theory) – a matematika →információkkal, azok létrehozásával, mérésével, átalakításával, tárolásával és továbbításával

foglalkozó ága. Szoros kapcsolatban áll a →kibernetikával és a valószínűségelmélettel. Megalapozója C. E. Shannon, aki a bit fogalmát az információtartalom és a döntési tartalom mértékegységeként bevezette. Az ~ fontos eredménye az információ mennyiségi meghatározása, az →információmennyiség bevezetése.

Információhozam (information rate) – az adatátviteli hálózatok adó-, ill. vevő-állomásait jellemző ama →információmennyiség, amelyet egységnyi idő alatt leadhatnak, ill. fogadhatnak. Elfogadható mennyiségű adatátvitel megvalósításához az adó ~a sohasem haladhatja meg a kommunikációs csatorna átviteli sebességét (→beszédmegértés).

Információküszöb (information threshold) – az az érték, amely meghatározza, hogy milyen intervallumban változtatható valamely rendszer bementi jele anélkül, hogy arra az illető rendszer által előállított kimenet reagálna.

Információmennyiség (information's amount) – 1. Rögzítési, feldolgozási v. átviteli műveletben részt vevő olyan fizikai szimbólumok száma, amelyek a valóssággal kapcsolatban →információt hordoznak. – 2. Az információforrás által kibocsátott szimbólumok átlagos számának és az entrópiának a szorzata. Az információelmélet alapvető tétele, hogy adott üzenet ~e az információ konkrét tartalmától és az átvitel formájától függetlenül mérhető, ha ismerik a lehetséges üzeneteket és ezek előfordulási valószínűségét.

Információminőség (information quality) – az →információ rendeltetésének való megfelelését minősítő érték, vagyis annak mértéke, hogy a címzett-nél mennyire csökkenti a bizonytalanságot, ill. mennyire segíti elő a különböző cselekvési lehetőségek között a választási lehetőséget.

Információrejtés (information hiding) – modern programozási nyelveknek az a tulajdonsága, hogy az adatstruktúrák, ill.

az algoritmusok implementálási (megvalósítási) részleteit hozzáférhetetlenné teszi a felhasználók számára. Ennek köszönhetően elkerülhetők azok a hibák, amelyek e részletek esetleges félreértéséből v. helytelen használatából erednek, s szinte rákényszerítik a felhasználót, hogy kizárólagosan a megoldandó problémára jellemző struktúrákban gondolkozzék, függetlenül a programot majdan ténylegesen végrehajtó számítógéptől. Az ~ jellegzetes alkalmazása az →objektumorientált programozás paradigmájának kialakulása, s lényegében a →PROLOG-rendszerek →következtetési gépének (mechanizmusának) a használók általi hozzáférhetetlensége is az ~ egy megnyilvánulási formájának tekinthető.

Információteltettség (information saturation) – valamely rendszer kimenete és bemenete arányának az a felső határa, amelyen túl a bemenet megváltoztatása többé nem idéz elő változást a kimeneten. →Tudásalapú rendszerekben olyan redundáns szabályok jelenlétében nyilvánul meg, amelyek már nem visznek új ismereteket a rendszerbe.

Információvesztő művelet (information-losing operation) – a hagyományos →Neumann-architektúra olyan művelete, amely a gépben kiváltott állapotváltozás révén a kiinduló állapot jellemzőinek elvesztését okozza. Jellegzetes ~ek pl. az értékadó utasítás, amelynél az új érték felülírja az adott memóriacella régi értékét, az ugróutasítás, amely a kiinduló címet „felejt” el stb. Különös figyelmet követel a →MI programozási nyelvek implementálásánál, ugyanis olyan jellegzetesen MI-orientált eljárások, mint a →keresés, a →visszalépegetés stb. nem nélkülözhetik a régebbi állapotokra jellemző információkat.

Információ-visszakeresés (information retrieval, IR) – az adatfeldolgozás egyik jellegzetes területe, amely magában foglalja az adatok elemzését, rendszerezését, rögzítését és lokalizálását,

és amelynek alapvető célja speciális információk nyerése a tárolt adatokból. Az ~ céljára készült programtermékek feladata megfelelő információk szolgáltatása a használók által megfogalmazott kérdésekre. Lényeges, hogy nemcsak általános lekérdezést biztosíthat, hanem kérdés-kritériumok alkalmas kombinációjával a választartomány leszűkíthető-behatárolható. Ilyen formájában viszont minőségileg különbözik a →kérdés-válaszolástól, ugyanis kizárólag csak az adatbázisban ténylegesen tárolt információk lekérdezését teszi lehetővé. Ez a feladat mindig algoritmizálható, így az ~ tkp. a hagyományos számítástechnika területe, a MI jellemző módszereinek alkalmazása viszont növelheti hatékonyságát és használóbarát jellegét. A MI-technikák elsősorban az információk rendezését (tkp. fogalmi hierarchizálását), a visszakeresés →heurisztika-alapú javítását, ill. a lekérdezés természetes nyelvű megvalósítását célozzák meg.

Informált keresés (informed search) – →heurisztikus keresés

Informált vezérlési stratégia (informed control strategy) – olyan →vezérlési stratégia, amely az alkalmazható →produkciós szabályok közötti választáskor a megoldandó problémára vonatkozó speciális ismeretek (→heurisztika) alapján hozza döntéseit.

Integrált intelligens szoftver (integrated intelligent software, IIS) – hagyományos és MI-orientált számítástechnikai módszerek, eljárások, ábrázolási formalizmusok stb. ötvözése révén létrehozott programtermék, elsősorban a valós idejű alkalmazások területén. Olyan komplex termék, amely a folyamatirányítás alsó szintjét (mérés- és irányítástechnikát, automatizálást) a már bevált →kvantitatív fizika, felső (következtető, döntéshozó, tanuló stb.) szintjét pedig a →kvalitatív fizika elméletére építve valósítja meg.

INTELLECT – az angol nyelv egy rész-készletén alapuló →természetes nyelvű

interfész, amelyet adatbázis-kezelésre dolgoztak ki a 70-es évek közepén. →Bővített átmenethálót alkalmazó elemzője számos területspecifikus mondat felismerésére alkalmas. A szintaktikai elemzésen átesett szerkezeteket szemantikai elemző fordítja a formális lekérdezőnyelvre. Az első, kereskedelmi forgalmazásba is került MI-terméknek tartják.

Intelligencia (intelligence) – a pszichológia vizsgálódásai szerint az emberi személyiség egyik legfontosabb tényezője, amelyre a mai napig sincs általánosan elfogadott meghatározás. Egyes elméletek szerint egyszerűen a tanulás készsége, de semmi esetre sem maga a tudás, a pusztán ismeretanyag. Mások szerint a környezethez való alkalmazkodás készsége. L. G. Humphreys szerint az ~ inkább terméke a tanulás folyamatának, mint maga a folyamat, s az információk beszerzésének, tárolásának, visszakeresésének, összehasonlításának, kombinálásának és (nem utolsósorban) hasznosításának eredménye. Megint mások szerint az ember azon képessége, hogy előzetes ismereteinek szelékciója, elvonatkoztatása, szintézise révén képes új, merőben ismeretlen szituációkhoz alkalmazkodni. Sokan az emberi ~ban azt a tulajdonságot vélik felfedezni, hogy a konkrét világ összefüggéseinek ismeretében képes elvonatkoztatni, absztrakt fogalmakban gondolkodni, majd gondolatmenetének eredményeit felhasználva a konkrét világ eseményeit bizonyos valószínűséggel előre látni. Az ~ első átfogó elméletét C. Spearman dolgozta ki a század első éveiben, aki az ~t olyan mentális energiának fogta fel, amely a legkülönbözőbb problémák megoldásában nyilvánul meg. A különböző teszteredmények elemzése alapján alakult ki a hierarchikus (szerkezetes) elmélet, amelynek eredménye a háromdimenziós ~modell (kidolgozói J. P. Guilford, L. L. Thurstone és mások, a 60-as évek közepén). A modell három dimenziója: gondolati tartalom, vagyis az információ-

tárolás természete, a maga 4 alapvető formájával: képi, szimbolikus, szemantikai, ill. viselkedési (mozgási) memória; gondolati műveletek, ide tartoznak az észlelés (érzékelés), megjegyzés (memorizálás), →konvergens alkotás, →divergens alkotás, ill. értékelés (ítéletalkotás); gondolati eredmények (termékek), ide az egyedek, az osztályok, a viszonyok (relációk), a rendszerek, a transzformációk (átalakítások), ill. az implicit tartalmak (implikációk) tartoznak. Mindezek a tulajdonságok bizonyos fokig egymástól független ~tényezők, az ember értelmes tevékenységében viszont nem választhatók el szigorúan egymástól.

Intelligens használói felület (intelligent user interface) – az ember és a számítógép között kommunikáció lebonyolítására kifejlesztett olyan rendszer, amelyet a következő lehetőségek legalább egyike jellemez: hibás v. hiányos bemenetet is elfogad, esetleg korrigál; érzékeli, ha a társalgó partner valamilyen kimenetet (választ) rosszul értelmezett, s képes a félreértést magyarázatokkal eloszlatni; következtetni képes a követendő célokra még akkor is, ha azok nem egyértelműen jelennek meg a bemeneten; alkalmazkodni képes a partner tudásához, ill. felfogóképességéhez; válaszait a partner szintjén képes megfogalmazni. Mindezek a képességek az ún. →váltott kezdeményezésű dialógus fogalmának ismertető jegyei. Legfontosabb alkalmazási területe az →intelligens számítógépes oktatás.

Intelligens számítógépes oktatás (intelligent computer-aided instruction, ICAI) – a MI jellegzetes elveit, módszereit, eljárásait (is) felhasználó, számítógépekre épülő alkalmazási terület. Alapvető külső jegye, amely megkülönbözteti a hagyományos változattól, a kétoldalú, →váltott kezdeményezésű dialógus, amely messzemenően hasonlít a tanár-diák célirányos párbeszédére: a rendszer felméri a tanuló tárgyi, ill. általános ismereteit, s azoknak megfelelően állítja

elő a tanítási, ill. az ellenőrzési tervet (lényegében →intelligens használói felület). Architektúrája rendszerint →szemantikus hálót alkalmazó →tudásalapú rendszer, amely maga is többé-kevésbé fejlett tanulási képességgel rendelkezik (→gépi tanulás).

Intelligens visszalépegetés (intelligent backtracking) – olyan →nemkronologikus visszalépegetés, amely a →heurisztika elemeinek beépítésével igyekszik a még eséllyel rendelkező mélységig visszalépni a megoldáskereső eljárásban.

Intenzió (intension) – a filozófiai értelemben vett, G. Frege által felfedezett →kétdimenziós szemantika egyik dimenziója: valamely szó eredendő jelentése. Más megközelítésben bármely meghatározás, amely a →fogalom jellemző tulajdonságaira épül anélkül, hogy az ezekkel a tulajdonságokkal rendelkező egyedekre hivatozna, intenzionális jellegű.

Interjúprotokoll (interview protocol) – az →ismerettechnológiában a →tárgyköri szakértő és az →ismerettechnológus együttműködéséből származó írott dokumentum, az →ismeretgyűjtés egyik alapvető forrása.

INTERNIST – a 70-es évek közepén kidolgozott, orvosi tanácsadásra szakosított →szakértőrendszer. H. E. Pople és J. Myers fejlesztette ki a Carnegie-Mellon Egyetemen, belgyógyászati betegségek felismerésére. M. Minsky →keretelméletére épülő →tudásalapú rendszer. Problémamegoldási stratégiája →valószínű következtetés, az ismeretek bizonytalanságának jellemzésére az ún. →utalási határozottságot és a →gyakorisági súlyokat használja, amelyek kezelésére tapasztalati (empirikus) kalkulust dolgoztak ki. Tapasztalataira épült később a →CADUCEUS rendszer, amely már a betegségek rendszertanára épülő modellel, ill. ok-okozati hierarchiával rendelkezik.

Intervallumkalkulus (interval calculus) – az →időbeni következtetés J. F.

Allen által javasolt elmélete, amely az →objektumtörténet időszemléletét fejlesztette tovább. A modell 13 lehetséges relációt azonosít két időintervallum között. Minden időintervallumhoz tulajdonság, esemény, v. folyamat kapcsolható. A tulajdonság egy olyan vonatkozás, amely statikusan igaz v. hamis, s az egész intervallumra érvényes. Az esemény valamilyen egységes entitás, amely ismétlődő ugyan, de oszthatatlan. A folyamat az első kettő kombinációja. Az ~ egyik jellegzetes vonása, hogy okozati összefüggést állít fel a különböző események között.

Interpretáció (interpretation) – valamely →logikai rendszerben a →szemantika kiértékelési szabályai szerinti jelentés-hozzárendelés →jólformált formulához. Egy ~ lényegében úgy állítható elő, hogy a formulában szereplő változókhoz rendre és tetszés szerint hozzárendelik az igaz v. hamis (→többértékű logikában a neki megfelelő) →igazságértékeket. Az ~ tkp. a logikai rendszerben érvényes állítások és a modellezett világ objektumai közötti kapcsolat kifejezése. A logika nyelvének mondatait a →modellel összekapcsolva meghatározza, hogy az illető mondatok mit jelentenek. Az ~ teljes definíciójához még hozzátartozik egy olyan leképzés, amely adott modellhez és adott mondathoz meghatározza az igazságértéket: igaz-e az illető mondat, ill. milyen mértékben igaz az adott modellben.

Ipari robot (industrial robot, IR) – olyan →robotok osztálya, amelyek előre rögzített, megismételhető, esetleg újra-programozható utasítássorozatot képesek végrehajtani, előre nem látott körülményekhez viszont nem képesek alkalmazkodni. Építésükkel a hagyományos gépészet, ill. számítástechnika foglalkozik. (A MI-kutatások érdeklődési körébe is tartozó másik osztályt az ún. →ember-szabású robotok képezik.)

IPP – a →forgatókönyv elméletére épülő →történetmegértő rendszer, amely

először használta a gyakorlatban az ún. →memóriaszervezési csomagokat. R. C. Schank és M. Lebowitz dolgozta ki a 70-es évek végén.

Irányított gráf (directed graph) – →gráf

irányított hurokmentes gráf (directed acyclic graph, DAG) – →gráf

Irányított út (oriented path) – →gráf

Ismeret (knowledge [piece]) – a valós világnak jól körülhatárolt részére vonatkozó konkrét →tudás. A MI szempontjából rendszerint szinonimaként használják a tudással, bár a filozófia különbséget tesz köztük. A →tudásalapú rendszerek szempontjából olyan látens információ, amely tényekre, törvényekre, elvekre, fogalmakra, szabályokra, osztályozásokra, kényszerekre, módszerekre, tapasztalatokra stb. vonatkozik. Definíciójuk alapján az ~ek két osztályba sorolhatók. A →fogalmak az elvonatkoztatás eredményeként létrehozott olyan ~ek, amelyek szükséges és elégséges jellemző tulajdonságok alapján eldönthetik objektumoknak egy adott osztályhoz tartozását (intenzionális meghatározás, →intenzió), a →példányok viszont egyedi, konkrét objektumokra vonatkozó ~ek (extenzionális meghatározás, →extenzió). A valós világ visszatükrözésének megbízhatósági szintje alapján az ~eknek három alapvető típusa különböztethető meg: →tények, →vélemények és →heurisztika.

Ismeretalapú rendszer (knowledge-base system) – →tudásalapú rendszer

Ismeretbázis (knowledge base, KB) – →tudásalapú rendszerek alapvető összetevője a →következtető gép mellett. Lényegében speciálisan szervezett memória, amely explicit formában különíti el valamely problémakör jellegzetes ismereteit, tényeit. →Szabályalapú rendszereknél rendszerint két összetevőre épül: a statikus jellegű →hosszútávú memóriára, ill. a dinamikus jellegű →rövidtávú memóriára. Az ~ előállítása az →ismerettechnológia tárgya, ill. feladata.

Ismeretelmélet (epistemology) – a környező objektív világnak az emberi tudásban való visszatükröződésével, a →tudás természetével és forrásaival foglalkozó tudomány. Az ~ és a MI közötti kölcsönhatás elsősorban a →tudásábrázolással kapcsolatban felvetett problémáknak köszönhető. A különböző ábrázolási formalizmusok kifejlesztése elmélyítette azt a kérdést, hogyan is lehet értelmezni a modellezett valóságot, milyen típusú, ill. mennyiségű tudásforrásra van szükség. A természetes nyelvek területén is egyre szorosabb kapcsolat alakult ki a két kutatási terület között, különösen a →szemantika kezelésének tekintetében: hogyan lehet kapcsolatot teremteni a számítógépekben tárolt szimbólumok és a tudást jelképező értelmezés között. A MI-kutatások tovább fejlesztették az ~ egyik klasszikus kérdését is: hogyan viszonyulnak egymáshoz az emberi agyban tárolt tudáselemek és a környező valós világ tényei?

Ismeretelméleti kompetencia (epistemic adequacy) – →formális nyelvekkel szemben támasztott azon képesség, amely lehetővé teszi a vonatkoztatott területre jellemző →tudás leírását, kifejezését (másik két alapvető követelmény a →heurisztikus kompetencia és az →ontológikus kompetencia).

Ismeretelméleti probléma (epistemic problem) – a MI-kutatások, azon belül a →tudásábrázolás központi feladata, amely abban gyökerezik, hogy a valós világra vonatkozó ismeretek elkerülhetetlenül bizonytalanok, nem teljesek és belső ellentmondásokat is tartalmazhatnak. A modellezésben alkalmazott ábrázolási, ill. következtetési formalizmusoknak ezeket a szempontokat feltétlenül figyelembe kell venniük. Ugyanakkor a valós világra vonatkozó ismeretek két fontos osztályba sorolhatók: egyrészt a fizikai valóságra vonatkozó ismeretekre (ok-okozati összefüggések, tér; idő stb.), másrészt az emberek kognitív szűrőin keresztül átalakított ismeretekre (→véle-

mények, hitek, meggyőződések, emberi elgondolások, motivációk stb.). Az ~ harmadik vetülete a tapasztalati, intuitív tényezők kezelésére vonatkozik (→heurisztika).

Ismeretfejtés (knowledge mining) – →ismeretgyűjtés

Ismeretforrás (knowledge source, KS) – 1. Az →ismeretelmélet egyik alapvető vizsgálódási területe. – 2. →Tudásalapú rendszerekben a modulárisan (és esetleg hierarchikusan is) szervezett →ismeretbázis egyik összetevője, a →munkatábla-rendszer meghatározó fontosságú fogalma. Az →együttműködő ~ok elvileg teljesen függetlenek egymástól, különböző ábrázolási formalizmust v. következtetési módszert használhatnak, egyetlen érintkezési felületük egy közösen használt adatbázis. – 3. →Szakértőrendszerek előállításában a szakterület bármely írott (v. más módon rögzített) anyaga, de elsősorban a →tárgyköri szakértő.

Ismeretgyűjtés (knowledge acquisition) – az →ismerettechnológia első, alapvető mérnöki tevékenysége, célja az adott alkalmazási területre jellemző →tudás elemeinek összegyűjtése. A →szakértőrendszer alapját képező →tárgyköri tudás összegyűjtése különböző forrásokból történhet: tankönyvekből, kézikönyvekből, esettanulmányokból, s nem utolsósorban a →tárgyköri szakértőtől (→interjúprotokoll). Az ~ produktuma a szakterületre jellemző fogalmak és szabályok együttese, amelyek – megfelelő átalakítás és rendszerezés után – az →ismeretbázisban épülnek rendszerré. (Szinonimája, főleg az angol szakirodalomban, az →ismeretfejtés.)

Ismerettechnológia (knowledge engineering, KE) – →tudásalapú (ill. intelligens) rendszerek tervezésével, előállításával, felhasználásával, karbantartásával stb. kapcsolatos elméletek, formalizmusok, módszerek, eszközök, tevékenységek és tapasztalatok összessége. Lényegében a →metatudás elmélete, ill.

gyakorlata, alapvető feladata a →tudásnak a mesterséges rendszerekben felhasználható formára hozása. Az ~ alapvetően négy kérdéskörben érdekelt, mindegyiknek egy-egy mérnöki tevékenység, ill. produktum felel meg. Az első a tudás „kitermelése”, a megfelelő tevékenység az →ismeretgyűjtés, produktuma pedig az adott alkalmazási területre jellemző fogalmak és szabályok együttese. A második lépést a begyűjtött ismeretek átalakítása, „formálása” képezi, a megfelelő mérnöki tevékenység a tudásalapú rendszer tervezése, az alkalmas →tudásábrázolási formalizmus kiválasztása (→formális logika, →szemantikus háló, →keretelmélet stb.). A harmadik lépésben a →szakértőrendszer tényleges előállítása, programozása történik, produktuma pedig az →ismeretbázis és a →következtető gép. A negyedik lépésben a tudásalapú rendszer hangolása, finomítása történik meg, vagyis a prototípusból lépésenként alakul ki a gyakorlati követelményeket is kielégítő programtermék. A konkrét tudásalapú rendszerek előállításában nyert tapasztalatok vezettek az ún. →keretrendszerek megjelenéséhez.

Ismerettechnológus (knowledge engineer) – →tudásalapú (ill. intelligens) rendszerek tervezésében és megvalósításában részt vevő magas képesítésű számítástechnikai szakember, aki a MI módszereinek felhasználásában is jártos (→metatudás). A →tárgyköri szakértő ismereteit, módszereit, tapasztalatát megfogalmazza, rendszerezi, strukturálja, megválasztja a specifikus ismeretek ábrázolásának legmegfelelőbb formáit (→tudásábrázolás), megtervezi és előállítja a legalkalmasabb következtetési mechanizmusokat stb.

Ítélet (proposition) – a környező valós világról tett megállapítás, amelyet egyszerű kijelentő mondat képvisel. Logikai szempontból fontos tudni, hogy az ~ igaz-e v. sem, ezért minden ~hez logikai érték kapcsolódik (rendszerint 0 v. F, ha

az $\sim$ hamis, ill. 1 v. T, ha az $\sim$ igaz). Az $\sim$ ekből kötőszavak és tagadószavak segítségével új $\sim$ ek (összetett $\sim$ ek v. logikai formulák) képezhetők. Mindegyik ilyen összetételnek egy-egy logikai művelet felel meg. Ezek közül a legfontosabbak: a $\rightarrow$ konjunkció az „és” kötőszónak felel meg; a $\rightarrow$ diszjunkció v. alternatíva a „vagy” kötőszónak felel meg; az $\rightarrow$ implikáció kifejezését a „ha...akkor...” feltételes kötőszópár adja; az $\rightarrow$ ekvivalencia az „akkor és csakis akkor, ha...” kifejezésnek felel meg; a $\rightarrow$ negáció v. tagadás a „nem” tagadószónak felel meg.

Ítéletek logikája (propositional logic)

– a klasszikus deduktív $\rightarrow$ logika azon változata, amely az $\rightarrow$ ítéletek alapján történő következtetési szabályok tanulmányozásával foglalkozik. Más megközelítésben az $\sim$ az a tudományág, amely az információnak ítéletek formájában történő ábrázolásával foglalkozik. Elsősorban abban különbözik az $\rightarrow$ elsőrendű logikától, hogy nem veszi figyelembe az ítéletek belső szerkezetét (innen származik tkp. a $\rightarrow$ nulladrendű v. $\rightarrow$ zérusrendű logika elnevezés). Az $\sim$ kétfajta ítéletet ismer: az egyszerű v. atomi ítélet egy hagyományos kijelentő mondat, míg az összetett v. molekuláris ítélet kötőszavakkal egymáshoz rendelt ítéletek szerkezete ($\rightarrow$ ítéletekalkulus).

Ítéletekalkulus (propositional calculus, PC) – egyszerű $\rightarrow$ formális nyelv olyan kijelentő mondatok kezelésére, amelyek köznap értelemben igazak v. hamisak

($\rightarrow$ ítélet). Az $\sim \rightarrow$ szintaxisa a $\rightarrow$ jólformált ítéletek előállítására vonatkozó szabályok összessége. Jelkészletéhez ($\rightarrow$ ábécéjéhez) ítéletváltozók (v. logikai változók), ítéletkonstansok (v. logikai konstansok), logikai műveleti jelek ($\neg$ negáció, $\&$ a $\rightarrow$ konjunkció, $\vee$ a $\rightarrow$ diszjunkció, $\rightarrow$ az $\rightarrow$ implikáció, $\equiv$ az $\rightarrow$ ekvivalencia jelölésére), ill. elválasztójelek (vessző, zárójel-párok) tartoznak. A szintaxis szabályai:

- minden ítéletkonstans atomi formula;
- minden ítéletváltozó atomi formula;
- minden atomi formula jólformált formula;
- ha P és Q jólformált formulák, akkor $(\neg P)$, $(P \& Q)$, $(P \vee Q)$, $(P \rightarrow Q)$, $(P \equiv Q)$ is jólformált formulák;
- semmilyen más kifejezés nem jólformált formula.

Az írásmód egyszerűsítésére a műveleti jeleket precedencia-sorrendbe rendezik ($\neg$, $\&$, $\vee$, $\rightarrow$, $\equiv$).

A $\sim$ jólformált formuláinak a $\rightarrow$ szemantika szabályai adnak jelentést ($\rightarrow$ interpretáció). A molekuláris (összetett) ítéletek (formulák) igazságértéke nem függ az összetevő ítéletek tartalmától, csak igazságértékétől. Az $\sim$ összetett formulái $\rightarrow$ érvényes, $\rightarrow$ kielégíthetetlen, ill. $\rightarrow$ kielégíthető formulák lehetnek, ezek közül az első kettőnek van jelentősége a $\rightarrow$ tételbizonyításban ($\rightarrow$ ekvivalens formulák). Az $\sim$ alapvető jellemzői a $\rightarrow$ helyesség és a $\rightarrow$ teljesség. (Szinonimája a $\rightarrow$ nulladrendű predikátumkalkulus.)

J

Játék (game) – a MI-kutatások egyik kedvenc területe az intelligens tevékenység tanulmányozásában, elsősorban annak megértése, és nem szimulálása szempontjából. Ilyen vonatkozásban a ~ konfliktushelyzetek, döntések, optimális tanulmányozására alkotott →modell (→játékelmélet). Formális, matematikai eszközökkel írja le az egymással érdeellentétben lévő személyek (játékosok) megengedett lépéseit, a megoldást jelentő befejezés körülményeit és szabályait, a lehetséges kimenetekhez vezető stratégiákat és a hozzájuk tartozó nyereségeket, ill. veszteségeket, az egyes lépések (akciók) által szerezhető információk jellegét és mennyiségét. Ha a ~ kimenetele emberi döntések által befolyásolható, stratégiai ~ról, máskülönben szerencse~ról beszélnek. A véges ~ban véges számú játékos vehet részt, minden lépésben véges számú lehetőség közül lehet választani, és a játszma véges számú lépés után biztosan befejeződik. A teljes információjú ~okban a résztvevők birtokában vannak a játékkal kapcsolatos összes információnak: ismerik a játszma során korábban megtett összes lépést, ill. az előzőekben létrejött összes állást. A kutatások kimutatták, hogy sok, egymástól sok szempontból különböző ~ hasonló technikával kezelhető, s így jól körülhatárolt osztályt képez. Ebből a szempontból kiemelt jelentőségű a →kétszemélyes teljes információjú játékok (→antagonisztikus, ill. →zérusösszegű v. nullaösszegű játékok) osztálya, amelyeknek ábrázolására igen alkalmas a fastruktúra (→játékfa).

Játékelmélet (games theory) – érdeellentétes helyzetek tanulmányozásával, az optimális megoldáshoz vezető stratégia szabályaival foglalkozó matematikai elmélet. Magát a konfliktust →játéknak, az érdeellentétben álló résztvevőket játékosoknak nevezik. Az elmélet elindítója E. Borel, tényleges megalapozója Neu-

mann János, akinek 1928-ban jelent meg első munkája a témával kapcsolatban, majd 1944-ben, O. Morgensternnel közösen kiadott tanulmánya („Játékelmélet és gazdasági viselkedés”) jelentette az új matematikai diszciplína megjelenését. (→döntéselmélet)

Játékfa (game tree) – →kétszemélyes teljes információjú játékok ábrázolására használt grafikus formalizmus (tkp. faszerkezetté átalakított →ÉS/VAGY gráf), amely az ill. játék minden lehetséges játszmáját hivatott ábrázolni. Lényegében egy olyan faszerkezet, amelyben a gyökércsomópont képviseli a kezdőállást, utódcsomópontjai az első játékos egyetlen lépésével elérhető állásokat, a következő szint csomópontjai az összes válaszlépés következtében előálló állást, és így tovább. A szerkezet levélcsomópontjai képviselik a játék végállásait. A ~ mérete (szintjeinek száma) gyakorlatilag végesnek tekinthető. Olyan játékoknál, ahol elméletileg végtelen hosszú játszma is lehetséges (pl. a sakknál), rendszerint speciális kényszerrel (általában időkorláttal) végessé alakítják. Mivel a két játékos felváltva lép, a ~ páros, ill. páratlan szintjei ugyanannak a játékosnak felelnek meg. Bármelyik út a ~ban, amely a gyökércsomópontból indul ki és valamelyik levélcsomópontban ér véget, az illető játék egy konkrét játszmájának felel meg. Az egymással érdeellentétben álló játékosok egyikének szemszögéből vizsgált ~ ún. →ÉS/VAGY fát képez. Az egyik játékos szempontjából a saját lépések a ~ VAGY csomópontjait képviselik, hiszen egyetlen győztes lépés is elég lehet a játszma megnyerésére, az ellenfél lépései viszont ÉS csomópontok, mivel figyelembe kell vennie az összes lehetséges válaszlépést, hogy biztosíthassa saját győzelmét.

Játékfeladat (toy problem) – a MI elveinek, módszereinek, eljárásainak stb. kipróbálására, bizonyítására szolgáló egyszerű(bb) feladat, amely önmagában gyakorlati jelentőséggel (általában) nem

rendelkezik. Rendszerint valamilyen szellemi játéknak (pl. $\rightarrow$ kétszemélyes teljes információjú játéknak) v. a valós világban létező összetett feladatnak megközelítő, leegyszerűsített változata (pl. $\rightarrow$ kockák világa).

Játszma (play) – $\rightarrow$ játékfa, $\rightarrow$ kétszemélyes teljes információjú játék

Jegy-előfordulási megszorítás (feature co-occurrence restriction, FCR) – $\rightarrow$ általánosított mondat szerkezetű nyelvtan

Jegyspecifikációs alapértelmezés (feature specification default, FSD) – $\rightarrow$ általánosított mondat szerkezetű nyelvtan

Jelenetelemzés (scene analysis) – $\rightarrow$ képmegértés

Jelentésfelismerő nyelv (sense-discrimination language, SDL) – a $\rightarrow$ szószakértő elemzésben használt formalizmus, tkp. programozási nyelv. Jellemző utasításai a szavakhoz rendelt jelentés nyomán létrejövő fogalmak leírására alkalmasak, lényegében fastruktúrákon definiált utasítások.

Jellegelemzés (feature analysis) – síkbeli, ill. térbeli alakzatok felismerésében használt módszer, amely a felismerésre szánt bemeneti alakzatot tulajdonságai alapján hasonlítja össze prototípus alakzatokkal. Alapvető előnye a $\rightarrow$ sablonillesztéssel szemben a zajos bemeneti információkkal szembeni nagyobb tűrőképesség, ill. az új alakzatokkal szembeni nagyobb rugalmasság ($\rightarrow$ mintafelismerés).

Jellegkiemelés (feature extraction) – a környezetből származó, különböző kódolású (akusztikus, vizuális, érintéses stb.) információk, ún. $\rightarrow$ bemenő minták felismerésében szerepet játszó eljárás, lényegében a releváns, mérhető paraméterek meghatározása.

Jobbkezes rendszer (right-hand system, RHS) – a $\rightarrow$ drótvázrajz ábrázolás egyik változata.

Jobb-lineáris nyelvtan (right-linear grammar) – olyan $\rightarrow$ reguláris nyelvtan,

amelynek $\rightarrow$ helyettesítési szabályai jobb oldalán a $\rightarrow$ nemterminális szimbólum csakis a bal szélső pozíciót foglalhatja el.

Jobbrekurzió (right recursion) – $\rightarrow$ generatív nyelvtanok olyan $\rightarrow$ helyettesítési szabálya, amelyben ugyanaz a $\rightarrow$ nemterminális szimbólum a bal, ill. a jobb oldalon egyaránt megjelenik, a jobb oldalon pedig a sorozat jobb szélső pozícióját foglalja el.

Jólformált formula (well-formed formula, WFF) – valamely $\rightarrow$ logikai rendszer nyelvének szintaktikai szabályai ($\rightarrow$ szintaxisa) alapján képzett $\rightarrow$ formula ($\rightarrow$ ítéletkalkulus, $\rightarrow$ predikátumkalkulus).

Jólformált ítélet (well-formed proposition, WFP) – az $\rightarrow$ ítéletkalkulus $\rightarrow$ jólformált formulája, vagyis az ítéletkalkulus nyelvének szintaktikai szabályai ($\rightarrow$ szintaxisa) alapján képzett formula.

Jólképzett fűzér (well-formed string) – valamely nyelv véges $\rightarrow$ ábécéjének alapszimbólumaiból képzett olyan sorozat, amely nem sérti meg a $\rightarrow$ nyelvtan vonatkozó szabályait (konkatenálási kritériumait). E formális meghatározás tkp. arra vonatkozik, hogy nem minden szimbólumsorozat képvisel az adott nyelv szókincséhez tartozó szót, ill. értelmes mondatot. Pl. a magyar nyelv szempontjából az „aabab”, a „to be”, a „sein” stb. nem tekinthető ~nek. Egy nyelv elméleti leírására rendszerint figyelembe veszik az ábécé elemeiből képezhető összes véges sorozatot, s ezekre hivatkozva értelmezik a ~eket ($\rightarrow$ nyelvtani következtetés, $\rightarrow$ pozitív példa, $\rightarrow$ negatív példa).

Jólképzett mondat (well-formed sentence) – valamely nyelv véges $\rightarrow$ ábécéjének alapszimbólumaiból képzett olyan sorozat, amely nem sérti meg a $\rightarrow$ nyelvtan vonatkozó (szintaktikai) szabályait, függetlenül a szemantikai tartalomtól. Ebben az összefüggésben a mondat csak szavak ($\rightarrow$ jólképzett fűzerek) tetszőleges sorozata. Pl. a magyar nyelv szempontjából a „Szorgalmas könyv kiolvasta az érdekes tanulót.” sorozat

~nak tekinthető, bár szemantikája alapvetően hibás. A →nyelvi performancia véges jellegének köszönhetően a nyelvi

processzor (lényegében az ember) nyelvtanilag ~okat is elvethet. (Szinonimája a →grammatikus mondat.)

K

KAISSA – M. Donskoy és társai által a 70-es évek első felében kidolgozott sakkprogram, amely megnyerte az 1974-es stockholmi számítógépes sakkvilágbajnokságot. Jellegzetességei: bizonyos mélységig végig keresi az összes lehetséges lépést, a lépéseket osztályozza, a legjobb lépés kiválasztására pedig speciális optimáló rutint tartalmaz.

kapcsolási mátrix (connectivity matrix) – →szomszédossági mátrix

kapcsolat-gép (connection machine) – szimbolikus feldolgozásra alkalmas, párhuzamos működésű számítógép-architektúra, lényegében igen nagy számú egyszerű processzornak nagysebességű kommunikációs hálózata. A több száz (esetleg több ezer) processzor programozhatóan felépített kapcsolattopológiája a →tudásábrázolás választott formalizmusát tükrözi, s így az adott alkalmazásnak megfelelő, lényegében egyedi számítógép-architektúrának tekinthető. Alapvető jellegzetessége, hogy mind-egyik processzor ugyanazt az utasítássorozatot kapja egy központi, szekvenciális működésű gazdagéptől, a ténylegesen végrehajtott utasítás viszont az egyes processzorok belső állapotától függ. A ~ elsősorban az olyan típusú feldolgozásnál előnyös, ahol ugyanazt a műveletet kell igen nagy számú adatobjektumra elvégezni. Jellegzetes alkalmazása pl. a látás modellezése, ahol egy-egy processzor egy-egy kép- v. térelem kezelésével foglalkozik, a kapcsolási topológia pedig a vizuális információk két- v. háromdimenziós, rácsos leképezését tükrözi. A ~ elvi modelljét a MIT Laboratóriumokban dolgozták ki a 80-as évek elején, prototípusa 65536 mikroprocesszorokra épült, amelyekhez egyenként 4096 bit memória tartozott.

karakterfelismerés (character recognition) – a MI-kutatások egyik legrégebbi célkitűzése: szövegek →digitalizálása révén létrehozott, különböző fényességű

pontok (képpontok v. pixelek) kétdimenziós tömbjének átalakítása géppel értelmezhető (pl. ASCII-kódú) formára, lehetőleg az ember képességeit megközelítő pontossággal és folyamatossággal. Lényegében az eljárás három különböző természetű fázisra épül: a képfelismerő előfeldolgozás feladata a szöveghez tartozó pontok elkülönítése a háttér pontjaitól; a karakterfelismerő eljárás fő feladatai az egyes karakterekhez tartozó képpontok elhatárolása, majd az egyes karakterek tényleges meghatározása; az utolsó fázis olyan környezetfüggő utófeldolgozás, amely megkísérli az előző két fázis esetleges hibáinak, ill. kétértelműségeinek feloldását. A tényleges ~re általában két alapvető módszert használnak. A →mintaillesztéses módszer előre elkészített és tárolt karaktertípusokkal hasonlítja össze a felismerendő kontúrt. A jellegelemzéses módszer a felismerendő karakterek legfontosabb grafikus, ill. szerkezeti jellemzőit hasonlítja össze az ideálisnak elfogadott formák jellegzetességeivel.

kategoriallis nyelvtan (categorical grammar) – az egyik legrégebben, Y. Bar-Hillel és I. Lambek által kidolgozott formalizmus természetes nyelvek elemzésére, amely a →formális nyelvek tanulmányozása útján nyert eredményekre támaszkodik. Közös vonásai vannak a →generatív nyelvtannal, hiszen azonos nyelvészeti alapokra épülnek. Lényege az, hogy a nyelv mondataihoz olyan (egyszerű v. összetett) kategóriákat rendel, amelyek sorozatáról formális egyszerűsítési szabályok segítségével eldönthető az illető mondatok nyelvhez tartozása (→jólképzett mondatok-e). A ~ önállóan nem vezetett különösebb eredményekre, de egyes elemei később szervesen beépültek más elméletekbe (pl. →Montague-nyelvtan).

kényszer (constraint) – általános értelmezésben olyan feltétel, amelyet ki kell elégíteni adott cél elérése érdekében. Az algoritmizálható matematikai fel-

adatoknál ismert $\sim$ eken kívül, a $\rightarrow$ tudás-alapú rendszerek olyan $\sim$ eket használnak (elsősorban), amelyek a valós világ összefüggéseiből származtathatók (pl. „két különböző objektum ugyanabban az időpontban nem foglalhatja el a tér azonos részét”). Felhasználása, ill. célja szempontjából két alaptípusa különböztethető meg. Az egyik olyan objektív feltétel, amely a megoldandó probléma természetéből fakad. Ilyenek pl. a $\rightarrow$ játékok megengedett lépései, ill. szabályai, a valós világ objektív összefüggései stb. A $\sim$ másik típusa azokra a feltételekre vonatkozik, amelyek szabadon választhatók a megoldási eljárás egyszerűsítése, ill. optimalítása érdekében ($\rightarrow$ kényszer-kielégítés, $\rightarrow$ heurisztika).

kényszeralapú leírás (constraint-based description) – a $\rightarrow$ kvalitatív fizika elméletében a következtetés alapját képező valós világrészlet leírására használt $\rightarrow$ modell. A fizikai tények ábrázolására változók egy halmazát, ill. a változók egymás közti viszonyait kifejező kényszereket használ. A változók csak három különböző értéket vehetnek fel: a „+” a mennyiségi növekedést, a „-” a mennyiségi csökkenést, a „0” a stacionárius állapotot jelöli. Ezekkel aritmetikai műveletek (összeadás, szorzás) végezhetők, ill. ún. kvalitatív egyenletek állíthatók fel, ez utóbbiak lényegében a kényszereket fejezik ki.

kényszer-kielégítés (constraint satisfaction) – általános jellegű fogalom, amelynek a különböző területeken eltérő formája lehet, lényegében viszont ugyanazt fejezi ki: bizonyos számú (esetleg végtelen sok) lehetőség közül azoknak a behatárolása, amelyek adott körülmények között, adott pillanatban ténylegesen felhasználhatók jól meghatározott cél elérése érdekében. A $\rightarrow$ tudásalapú rendszerek kibővíti a matematikailag pontosan definiálható, tehát kiszámítható $\rightarrow$ kényszerek körét az olyan összefüggésekkel, amelyek térbeli, időbeli, végső

soron logikai törvényszerűségekre, viszonyokra vonatkoznak.

képelem (pixel) – $\rightarrow$ foglaltsági mátrix
képfeldolgozás (image processing) – hagyományos értelmezésben képek által hordozott vizuális információk $\rightarrow$ digitalizálás útján történő optikai feldolgozása: a képek felvétele, megjelenítése, tárolás céljából történő kódolása, visszaállítása, osztályozása, elemzése, körvonalak, tárgyak felismerése ($\rightarrow$ mintafelismerés), képek összehasonlítása, háromdimenziós információk visszanyerése stb. A képek belső ábrázolása rendszerint egy olyan mátrix, amely az elemekre bontott kép minden egyes pontjára vonatkozó információkat rögzíti. A $\sim$ legfontosabb alkalmazásai: a műholdakról és repülőgépekről készített felvételek kiértékelése; a felhőzet, az ásványi kincsek eloszlása, a növénytakaró kiértékelése; térképek készítése; képi információk koncentrált tárolása; nehéz v. különleges körülmények között készült képek és tomogramok kiértékelése stb. A MI vizsgálódásai szempontjából a $\rightarrow$ képmegértés első, elengedhetetlen fázisa.

képmegértés (image understanding, IU) – első megközelítésben a vizuális információk megértése, vagyis a vizuális képek olyan átalakítása, amelynek révén a környező világról ismeretek szereshetők. Mérnöki megközelítésben kétdimenziós térinformációk átalakítása a fizikai valóságra vonatkozó, négydimenziós (tér+idő) leírásra, amelynek alapján következtetések végezhetők. E jellegzetességek alapján a szakirodalom több szinonim kifejezést is használ: $\rightarrow$ tudásalapú látás, $\rightarrow$ magasszintű látás, $\rightarrow$ jelenelemzés stb. Elvileg a $\rightarrow$ beszédmegértéshez hasonlítható, modellezése viszont sokkal komplexebb (többek között már csak azért is, mert a nyelvekéhez hasonló $\rightarrow$ ábécé, ill. $\rightarrow$ nyelvtan a vizuális információk viszonylatában még nem létezik). A $\sim$ egyik alapproblémája az ún. $\rightarrow$ léptékprobléma, s ebből kifolyólag (is)

a →térbeni, ill. →időbeni következtetés modellezése.

képmegértő rendszer (image understanding system, IUS) – a →képmegértést modellező mesterséges (számítógépes) rendszer, amelynek megvalósítására több elméleti modell is született, alapelvük viszont – több-kevesebb eltéréssel – ugyanaz: visszacsatolásos, ciklikus →sablonillesztés. Egy-egy ciklus a következő elvi lépésekre épül: feltételezés, modellképzés, összehasonlítás kész prototípusokkal, különbségképzés, feltételezés(javítás). →Tudásábrázolási formalizmusuk általában →szemantikus háló v. →keretalapú ábrázolás.

képtársítás (imagery) – a →térbeni következtetéssel kapcsolatos kutatások egyik részterülete. A →kognitív pszichológia azon megfigyelésére vonatkozik, hogy bizonyos feladatok megoldásánál az ember a feladatra jellemző képet társít az illető feladathoz, s annak alapján véggez következtetéseket. Ilyen megközelítésben bizonyos térbeli feladatok megoldása a társított kép megfelelően ábrázolt formalizmusán végzett valamilyen →keresésre vezethető vissza.

képzésalapú tanulás (learning by instruction) – a →fogalomképzés olyan formája, amelyben a tanuló valamely rendszerezett forrásból (tanár, szakértő, tankönyv, dokumentáció, kiadvány stb.) szerzi be ismereteit, de azokat átalakítva, saját szűrőin keresztül rendszerezve építi tudásbázisába. Mesterséges rendszerekben a használóval folytatott párbeszéd útján valósítható meg. Ezt a párbeszédet kezdeményezheti a használó, ha az →ismeretbázist akarja bővíteni, v. új készségekkel akarja felruházni a rendszert, de kezdeményezheti maga a mesterséges rendszer is, ha hiányzó ismeretet, v. inkonzisztens ismereteket fedez fel ismeretbázisában. Elsősorban a →szakértőrendszerekre jellemző eljárás.

kérdés (answer) – az →ember-számítógép együttműködés értelmezésében a kommunikációnak az embertől a gép felé

irányuló megnyilvánulása, lényegében a gép reakciójaként adott →válasz kiváltója, a géppel szemben támasztott használati igények kifejezése. Ebben az értelmezésben elsősorban a →kérdés-válasz rendszerekben, a →kérdés-válaszolás problémakörében van kiemelt jelentősége, vizsgálatával a →kérdések logikája foglalkozik. Alapvetően informatív v. performatív jellege lehet: az első esetben információszerzés, a másodikban pedig tevékenység, állapotváltozás kiváltása a célja.

kérdések logikája (erotetic logic) – a természetes nyelvű →kérdés-válaszolás modellezését célul kitűző speciális elmélet, amely a →kérdések →felszíni szerkezetéhez kapcsolódó →szemantikai és →pragmatikai szempontokkal, ill. az ezekre adható →válaszok tanulmányozásával foglalkozik, végső célja pedig a gyakorlatban is használható →kérdés-válasz rendszerek előállítása. Alapvető feladatai közé tartozik: a természetes nyelvű kérdések informatív v. performatív jellegének eldönthetősége, a gép reakciójaként adott válaszok előállítása, a →helyes válaszok közül a →hasznos, ill. a →nemfélrevezető válaszoknak behatárolhatósága, végső soron az ilyen típusú problémák megoldására képes rendszerek →ismeretbázisának tervezésében használható elvek, módszerek, eljárások vizsgálata.

kérdés-válaszolás (question answering, Q/A) – gyakorlati alkalmazások olyan területe, ahol bizonyos tények, ismeretek alapján egy →kérdést kell megválaszolni. Alapvetően különbözik az →információ-visszakereséstől, ahol kizárólag csak az adatbázisban tárolt információk kérdezhetők le. A ~ban az adatbázis tényei csak kiindulási alapot képeznek a dedukcióval (→következtetéssel) előállítandó →válaszok (lényegében új tények) generálásában (→kérdések logikája). Adott feladatkörnek az →ismeretbázisban tárolt tényei →axiómáknak tekinthetők, míg a kérdés állítás-

ként is felfogható, így a $\sim$ problémája $\rightarrow$ tételbizonyításra vezethető vissza, s $\rightarrow$ rezolúcióval megoldható. (Maga a rezolúció tkp. csak a célállítást tényét igazolja, de megfelelő $\rightarrow$ egyesítéssel meghatározható a választ konkrétta kiegészítő elem is.) A $\sim$ nem feltétlenül természetes nyelvű, de a MI-kutatások végső célja tkp. mégis az.

kérdés-válasz rendszer (question-answer system) – általános értelmezésben olyan $\rightarrow$ ember-számítógép együttműködést biztosító rendszer, amely az információcserét természetes nyelvvel v. annak egy részhalmazával valósítja meg. Legegyszerűbb formáját az olyan adatbázis-lekérdező rendszerek képviselik, amelyeknél a párbeszédet lényegében nem is lehet természetes nyelvűnek tekinteni, ugyanis rögzített típusmondatok $\rightarrow$ mintafelismerésén alapulnak ($\rightarrow$ információ-visszakérés). A MI szempontjából érdekes $\sim$ viszont a természetes nyelvek mondataiban rejlő $\rightarrow$ szemantikát is igyekszik figyelembe venni, a tkp.-i kutatás tárgyát pedig a ténylegesen tudásalapú $\rightarrow$ kérdés-válaszolás megvalósítása jelenti.

keresés (search) – a MI módszertanában használt általános feladatmegoldási mechanizmus. A MI érdeklődési körébe tartozó megoldandó feladatokra elsősorban az jellemző, hogy nem lehet előre meghatározni azt a műveletsorozatot, amely biztosan elvezet a megoldásig (ez az algoritmizálható feladatokra érvényes), hanem próba-hiba módszerrel kell az alternatív lehetőségek közül kiválasztani azt a műveletet, amely közelebb visz a megoldáshoz. Más megközelítésben, az ilyen jellegű problémák megoldása tkp. valamely $\sim$ i stratégia alkalmazására vezethető vissza, amelyet az ill. probléma $\rightarrow$ feladatterére vonatkoztatnak. A megoldandó feladat megfogalmazásához tehát szükséges: a valós világ megfelelő részét jelképező állapotok halmaza; az állapotokat megváltoztatni képes operátorok (műveletek) halmaza; egy

kezdőállapot, ill. egy v. több célállapot definiálása. Ezek alapján az illető feladat megoldását egy olyan operátorsorozat meghatározása jelenti, amely az állapotok sorozatos módosításával a kezdőállapotból valamelyik célállapothoz vezet. Egyes feladattípusoknál a célállapot nem adható meg explicit módon, csak körülírással specifikálható ($\rightarrow$ célfeltétel). A $\sim$ környezete a feladattér, amelyet általában $\rightarrow$ irányított gráffal, egyszerűbb esetekben faszervezettel ábrázolnak. A $\sim$ hatékonyságát a keresési fa (gráf) két jellemzője befolyásolja: az $\rightarrow$ elágazási tényező és a $\rightarrow$ keresési mélység. Az első paraméter az egyes csomópontokhoz tartozó utódcsomópontok átlagos száma. A mélység az a legrövidebb út, amely a kezdőállapotból egy célállapotig vezet, más szóval az a legkisebb számú operátor, amelyeknek megfelelő sorrendű alkalmazásával a feladat megoldható. A $\sim$ i stratégiák két nagy osztályba sorolhatók: $\rightarrow$ teljeskörű $\sim$ nél nincs szükség semmilyen szakterületi tudásra; bizonyítható, hogy ha az állapotter véges, és a feladatnak van(nak) megoldása(i), ezzel a módszerrel véges időn belül el lehet jutni valamely megoldáshoz; ez a legáltalánosabb módszer, alosztályai a $\rightarrow$ horizontális keresés, a $\rightarrow$ vertikális keresés, ill. a $\rightarrow$ kétirányú keresés; $\rightarrow$ heurisztikus $\sim$ nél mindig használatos több-kevesebb tudás, ismeret a megoldandó probléma szakterületéről ($\rightarrow$ heurisztika).

keresési mélység (searching depth) – a $\rightarrow$ keresés hatékonyságát befolyásoló egyik jellemző: a $\rightarrow$ kezdőállapotból valamelyik $\rightarrow$ célállapotba vezető legrövidebb megoldásút ($\rightarrow$ feladattér). Más megközelítésben az a legrövidebb operátorsorozat, amely megoldja az adott feladatot ($\rightarrow$ vertikális keresés, $\rightarrow$ mélység-növelő vertikális keresés stb.).

keresési tér (search space) – $\rightarrow$ ÉS/VAGY gráfokkal ábrázolt feladatoknál magát a feladatot képviselő formalizmus, amelynek alapján a $\rightarrow$ keresés mint eljárás lezajlik, tkp. a $\rightarrow$ feladattérnek a

megoldás folyamán ténylegesen bejárt része. Rendszerint nincs explicit módon megadva, hiszen mérete nagyon nagy, esetleg végtelen is lehet. (Nem tévesztendő össze a $\rightarrow$ keresőgráffal, amelyet a keresési eljárás nyomán konkrét módon előállítanak.)

keresőfa (search tree) – $\rightarrow$ minimax eljárás

keresőgráf (search graph) – $\rightarrow$ ÉS/VAGY gráfokkal ábrázolt feladatoknál a keresési eljárás nyomán előállított gráf. A $\rightarrow$ keresési térrel ellentétben explicit szerkezet, hiszen egy-egy újabb csomópontot csak akkor iktatnak a ~ba, ha a gyökércsomópontból kiinduló út vezet hozzá.

keret (frame) – M. Minsky $\rightarrow$ keretelméletében a $\rightarrow$ tudásábrázolás alapegysége, egy fogalom leírására szolgáló formális eszköz, amely az illető fogalom legfontosabb tulajdonságait tartalmazza. Olyan strukturált objektum, amely keretnévből és $\rightarrow$ réseknek nevezett alegységekből épül fel. A keretnév révén az adott keret más leíróegységekben hivatkozható (a részek maguk is ~ek lehetnek), s így a keretek hierarchikus struktúrákba szervezhetők (osztályok-alosztályok-egyedek stb.), amelyben egyes tulajdonságok öröklhetők ($\rightarrow$ tulajdonságöröklés). A keretek egymás közötti viszonyai általánosítást és osztályhoz tartozást egyaránt kifejezhetnek („neme/faja” reláció).

keretalapú ábrázolás (frame-based representation) – a $\rightarrow$ deklaratív tudás egyik alapvető ábrázolási formalizmusa, amely M. Minsky $\rightarrow$ keretelméletére támaszkodik. Alapvető összetevői a $\rightarrow$ keretek és az azok közötti relációk. A keretek komplex belső szerkezetű, rekurzív objektumok (összetevői – a $\rightarrow$ rések – esetleg maguk is keretek), amelyek hierarchiába szervezhetők, s lényegében az intelligens rendszer $\rightarrow$ ismeretbázisát képezik. A rendszer következtető mechanizmusa rendszerint a $\rightarrow$ démonok elvére támaszkodik.

keretelmélet (frame theory) – a valós világra vonatkozó $\rightarrow$ tudás ábrázolására kifejlesztett elméleti módszertan, amely számítógépes felhasználásra is alkalmas. M. Minsky dolgozta ki a 70-es évek elején, s magába foglalja már bevált más módszerek előnyeit (pl. $\rightarrow$ szemantikus hálók, $\rightarrow$ produkciós rendszerek stb.), de lényegében a nyelvészetből ismert $\rightarrow$ esetnyelvtan általánosításának tekinthető. Eredeti célja egy könnyen kezelhető, enciklopédikus adatbázis előállítása volt, amely a $\rightarrow$ köznapi tudás elemeinek hierarchikus struktúrájára épül, alap gondolatát pedig a klasszikus pszichológia szolgáltatta: valamely dolog felismerése sokkal könnyebb, ha az saját megszokott környezetében található. A ~ szemléletében a bemenő információ (vagyis a felismerésre szánt szituáció) aktiválja a legmegfelelőbbnek tartott $\rightarrow$ keretet, amely a vonatkozó tudáselemet tartalmazza. Ennek alapján következtetéseket vonhat le, sikertelenségnél újabb kereteket aktiválhat, ill. az eredeti adatbázison módosításokat hajthat végre. Az egymáshoz logikailag (és fogalmilag) közelálló keretek között kapcsolatok építhetők ki, egyes információkat közösen használhatnak ($\rightarrow$ tulajdonságöröklés). Specifikus információk építhetők be azokra az esetekre, amikor bizonyos elvárások nem teljesülnek. A ~ alapján konkrét programozási nyelvek is készültek, ezek közül a $\rightarrow$ Tudás-Reprezentációs Nyelv (KRL), ill. a $\rightarrow$ Keret-Reprezentációs Nyelv (FRL) említhető. Ezek elsősorban kutatási célokra alkalmasak, bár kiterjesztett változataikat sikerrel alkalmazták egyes $\rightarrow$ szakértőrendszerekben. A ~ erős hatást gyakorolt a hagyományos programozásra is, elméleti alapot szolgáltatva az $\rightarrow$ objektumorientált programozás irányzatának.

keretnyelv (frame language) – M. Minsky $\rightarrow$ keretelméletének javaslataira épülő programozási nyelv. Alapvető adatstruktúrája a $\rightarrow$ keret, amely a hagyományos nyelvekben a rekordszerkezet-

tel mutat hasonlóságot: a keret $\rightarrow$ rései a mezőknek, a résekhez kapcsolt értékek a mezők tartalmának feleltethetők meg. A keretek hierarchikus struktúrákba szervezhetők, amelyben érvényesül a fogalmi osztályozás és a $\rightarrow$ tulajdonságöröklés mechanizmusa: valamely osztály jellemző tulajdonságait öröklik az osztályhoz tartozó egyedek. (Természetesen az egyedeknek saját, jellemző tulajdonságai is lehetnek.) A legismertebb, tkp. csak kutatási célokat követő ~ek: a $\rightarrow$ Tudás-Reprezentációs Nyelv (KRL), ill. a $\rightarrow$ Keret-Reprezentációs Nyelv (FRL).

keretprobléma (frame problem) – az állandó változásokon átmenő valós világ visszatükrözésének problémája a mesterséges intelligens rendszerekben, amelynél a $\rightarrow$ monoton logika alkalmazhatatlan, s helyette a $\rightarrow$ nemmonoton logikát kell alkalmazni. Lényegében azt fejezi ki, hogy a valós világban lezajló események valójában a környezetet is megváltoztatják, s így egyes, addig igaznak elfogadott tények hamissá válhatnak. Magát az elnevezést az animációs filmekről kölcsönözték, ahol a két szomszédos filmkocka (keret) közötti átmenet során bizonyos változások történnek: v. a megfigyelt objektum mozdul el (változik) a háttérhez viszonyítva, v. maga a háttér változik bizonyos irányban. A ~ megoldása végső fokon az $\rightarrow$ ismeretbázis karbantartására, aktuálisan ellentmondásmentessé tételére vezethető vissza ($\rightarrow$ igazságkarbantartás, $\rightarrow$ vélemény-átértékelés).

keretrendszer (shell) – $\rightarrow$ tudásalapú rendszerek előállítására szolgáló speciális fejlesztő környezet, $\rightarrow$ ismerettechnológiai eszkörendszer. Lényegében olyan területfüggetlen tudásalapú rendszer, amelynek $\rightarrow$ ismeretbázisa kezdetben üres, de feltöltésére megfelelő eszközökkel rendelkezik. Az eddig ismert legfontosabb ~ek tkp. egy-egy konkrét $\rightarrow$ szakértőrendszer kifejlesztésében nyert tapasztalatokra, eljárásokra épülnek, s lényegében három családba so-

rolhatók: az $\rightarrow$ EMYCIN, a $\rightarrow$ HEARSAY-III, ill. az $\rightarrow$ OPS5 névvel fémjelzett családokba.

Keret-Reprezentációs Nyelv (knowledge representation language, KRL) – M. Minsky $\rightarrow$ keretelméletének közvetlen adaptációja révén létrehozott, $\rightarrow$ tudásábrázolásra alkalmas programozási nyelv ($\rightarrow$ keretnyelv). Lényegében a $\rightarrow$ LISP nyelv egy olyan kiterjesztésének tekinthető, amelybe a $\rightarrow$ kereteket kezelő függvényeket eleve beépítették. Ezek teszik lehetővé a $\rightarrow$ résekhez kapcsolt értékekhez való hozzáférést, új értékek kapcsolását, ill. régiak törlését. A ~nek nincs explicit következtető mechanizmusa, ezt a résekhez rendelt eljárásokba kell beépíteni. Egyes konkrét implementációkban (pl. $\rightarrow$ szakértőrendszerekben) ennél komplexebb eljárások is használhatók, amelyeknek ún. $\rightarrow$ démon jellegük van: aktivizálásukra akkor kerül sor, ha a vonatkozó keret tartalma változik. Ezeket pl. a külvilággal tartott kapcsolat tartására, üzenetek fogadására, ill. küldésére lehet felhasználni.

keretvezérelt felismerés (frame-driven recognition) – a $\rightarrow$ keretelmélet egyik jellegzetes eljárása, amely a $\rightarrow$ lexikális többértelműségek feloldásában játszik szerepet. Lényege az, hogy az egyes szavak felismerése nem egy globális lexikonra épül, hanem az egyes $\rightarrow$ keretekhez rendelt, csak területspecifikus értelmezésű szótárrészletekre. Kiemelt jelentősége van a területspecifikus $\rightarrow$ gépi fordítás megvalósításában.

kétértékű logika (two-valued logic) – olyan $\rightarrow$ logikai rendszer, amelynek nyelvén csak két $\rightarrow$ igazságérték van megengedve, tehát mondatai csak abszolút igaz, v. abszolút hamis kijelentéseket képviselhetnek. Jellegzetes képviselői az $\rightarrow$ ítéletek logikája, ill. a $\rightarrow$ predikátumok logikája.

kétértelmű nyelvtan (ambiguous grammar) – olyan $\rightarrow$ generatív nyelvtan, amelyben az általa generált nyelvnek legalább egy $\rightarrow$ felsőszíni szerkezetéhez

nem csak egyetlen $\rightarrow$ szintaxisra rendelkezhető.

kétirányú keresés (bidirectional search) – a $\rightarrow$ keresésnek mint általános feladatmegoldó stratégiának egyik változata. A keresés alapvetően két módon valósítható meg: a $\rightarrow$ kezdőállapotból kiindulva, a közbelső állapotokat valamilyen rendszer szerint megvizsgálva jutnak el a megoldást jelentő $\rightarrow$ célállapothoz ($\rightarrow$ adatvezérelt keresés), v. az ismert célállapot(ok)ból kiindulva keresik azt az esetleges utat, amely visszavezet a kezdőállapotba ($\rightarrow$ célvezérelt keresés). Mindkét esetben a kezdő- és célállapot között megtalált út képviseli a tkp.-i megoldást. A $\sim$ ezt a két módszert ötvözi egybe, a gyakorlati hatékonyság növelése érdekében, és mind a $\rightarrow$ teljeskörű keresésnél, mind a $\rightarrow$ heurisztikus keresésnél egyaránt alkalmazható. A hatékonyságnövelés azonnal adódik a teljeskörű keresésnél, hiszen az eljárás komplexitása exponenciálisan nő az $\rightarrow$ elágazási tényezővel, s így mindig hatékonyabb két – kisebb mélységű – gráf (fa) bejárása. A $\sim$ tkp. két $\rightarrow$ horizontális keresést végez, s csak akkor használható, ha az explicit célállapot ismert (nem elégséges a $\rightarrow$ célfeltétel). Ha alkalmazható, a $\sim$ $IO(b^{(d/2)})$ időkomplexitású, ahol a b az $\rightarrow$ elágazási tényezőt, d pedig a $\rightarrow$ keresési mélységet jelöli. A heurisztikus keresésnél ez a hatás megkérdőjelezhető, ezért alkalmazása alapos tanulmányozást igényel az egyes konkrét feladatok megoldásánál.

kétirányú produkciós rendszer (bidirectional production system) – az $\rightarrow$ adatvezérelt, ill. a $\rightarrow$ célvezérelt produkciós rendszerek kombinációja révén előállított $\rightarrow$ produkciós rendszer, amely egyidejűleg két irányból, a $\rightarrow$ kezdő- és a $\rightarrow$ célállapot felől közelíti meg a megoldandó feladatot.

kétszemélyes teljes információjú játék (two-player perfect-information game) – a MI-kutatások egyik kedvelt részterületét képező játékosztály. Két, egymás-

sal ellentétes (antagonisztikus) érdekű játékos áll szemben egymással, akik felváltva, egymás után lépnek, jól meghatározott, véges számú szabály szerint. Mindkettő számára véges számú szabályos lépés áll rendelkezésre, jól meghatározott következménnyel, a szerencsének semmilyen vonatkozásban nincs szerepe. Az egyik játékos hátránya a másik előnyének könyvelhető el ($\rightarrow$ zérus-összegű v. nullaösszegű játék). Mindkét játékos birtokában van a játékkal kapcsolatos minden információnak: ismerik a játszma során korábban megtett összes lépést, ill. az előzőekben létrejött összes állást. A játszma meghatározott kezdőállásból indul, és véges számú lépés után ér véget (végtelen játszma nem fordulhat elő), egy olyan állásban, amely az egyik játékos számára nyeresésként, a másikéra vesztésként könyvelhető el (egy esetben a döntetlen eredmény is megengedett). Ebbe a játékosztályba tartozik a sakk, a dámajáték, a GO stb.

kétszeresen összefüggő gráf (biconnected graph) – olyan $\rightarrow$ gráf, amelynek bármely három (x, y, z) csomópontjára igaz, hogy van x -et z -vel összekötő olyan út, amely nem érinti y -t.

kétszintű szemantika (two-level semantics) – G. Frege által kidolgozott elmélet, amely szerint minden jólképzett szintaktikai egységhez kétfajta szemantikai érték járul: vonatkozás és jelentés. (Frege eredeti szóhasználatában Bedeutung-Sinn, R. Carnap szerint $\rightarrow$ extenzió- $\rightarrow$ intenzió.) Frege intuitív példának a „hajnalcsillag” és az „esthajnalcsillag” kifejezéseket említi, amelyeknek különböző jelentésük (intenziójuk) van: az egyik reggel, a másik este látható csillag. Mindkettőnek viszont azonos vonatkozása (extenziója) van, a Vénusz. Bármely (elsősorban $\rightarrow$ formális) nyelv szemantikai bázisának meghatározása előtt el kell döntenie, hogy az extenzionális jellegű-e (definíciója a vonatkozó egyedek felsorolásán alapuló), v. intenzionális (definí-

ciója az osztályozási kritériumként választott tulajdonságokon alapszik). Ilyen értelemben az $\rightarrow$ elsőrendű predikátumkalkulus tisztán extenzionális jellegű: adott modellben bármely predikátum jelentését teljesen meghatározza azon egyedek halmazának a felsorolása, amelyekre a predikátum értéke igaz. Másfelől a $\rightarrow$ modális logika eleve intenzionális: modellje végtelen világok végtelen családjára vonatkozik, tehát extenzionális definíciója eleve lehetetlen.

kezdőállapot (initial state) – az $\rightarrow$ állapottér formalizmusát használó feladatábrázolásban a tkp.-i feladat specifikációját jelentő állapot, amelyet a konkrét kiinduló adat(ok)ra vonatkoztatnak. Bizonyos vonatkozásai a hagyományos adatfeldolgozásban is fellelhetők, úgymint: a használt adatszerkezetek strukturális leírása, az értékintervallumok meghatározása, az adatszerkezeteken értelmezett műveletek definiálása stb., lényegében az adattípusok fogalmának összefüggései.

kezdőszimbólum (starting symbol) – $\rightarrow$ mondatszimbólum

kibernetika (cybernetics) – bonyolult rendszerek törvényszerűségeit (működését, szabályozási és vezérlési szabályait, információértelmezési és -feldolgozási lehetőségeit stb.) természettudományos, ill. matematikai módszerekkel vizsgáló tudomány. Megalapozója Norbert Wiener. Egy $\sim$ i rendszer alapvető eleme a bemenete és kimenete közötti információs kapcsolat, az ún. visszacsatolás. Tekintettel arra, hogy a vezérlési folyamatokat információáramlási szempontból, a rendszerek fizikai természetétől függetlenül vizsgálja, lehetővé teszi a különböző természetű – biológiai, fizikai, technikai, társadalmi stb. – rendszerek egységes tanulmányozását. A MI kutatások szelleméhez közelebb álló meghatározás szerint a $\sim$ olyan önszabályozó rendszerek működési elveivel foglalkozik, amelyek képesek saját működési paramétereiket információként felhasználni önmaguk szabályozására annak érdeké-

ben, hogy valamilyen stabilnak elfogadott állapotokat a külső zavaró hatások ellenében fenntartsanak. Ilyen megközelítésben tehát a $\sim$ i rendszerek viselkedése információfeldolgozáson alapuló céltudatos tevékenységnek tekinthető.

kiegyensúlyozott fa (balanced tree) – olyan $\rightarrow$ fa, amelynél minden egyes csomóponthoz ugyanannyi számú ág tartozik, és a fa elágazási kapacitása fentről lefelé haladva, minden sorban balról jobbra lépve ki van használva. A $\sim$ speciális fajtája a bináris $\sim$, ahol csomópontként maximálisan két ág lehetséges.

kielégíthetetlen formula (inconsistent/unsatisfiable formula) – a klasszikus kétértékű elsőrendű logika nyelvében az az összetett formula, amelynek $\rightarrow$ igazságértéke minden $\rightarrow$ interpretációban (az atomi formulák minden behelyettesítési értéke mellett) hamis. Definíciószerűen, ha $F \sim$, akkor $\neg F$ (nem F) $\rightarrow$ érvényes formula. (Szinonimája a $\rightarrow$ kontradikció).

kielégíthető formula (contingent/satisfiable formula) – a klasszikus kétértékű elsőrendű logika nyelvében az az összetett formula, amelynek $\rightarrow$ igazságértéke valamilyen $\rightarrow$ interpretációban (az atomi formulák bizonyos behelyettesítési értéke mellett) igaz. Más szavakkal olyan formula, amely nem $\rightarrow$ kielégíthetetlen formula, és nem $\rightarrow$ érvényes formula (sem $\rightarrow$ kontradikció, sem $\rightarrow$ tautológia).

kiértékelő függvény (evaluation function) – a $\rightarrow$ heurisztikus keresési módszerekben a rendelkezésre álló alternatívákhoz rendelt attribútum, amely lényegében a megoldandó probléma $\rightarrow$ feladatrében két állapot közötti átmenet $\rightarrow$ költségét jelenti. A költség egyes feladatoknál eleve hozzárendelhető a létező alternatívákhoz, másoknál viszont a konkrét helyzet alapján a $\sim$ minimálása révén határozható meg. Az $\rightarrow A^*$ keresésnél pl. a $\sim$ formája: $f(n)=g(n)+h'(n)$, ahol a $g(n)$ jelöli a kezdőállapotból az n csomópontig bejárt út költségét, a $h'(n)$ pedig a célállapotig becsült költséget (vagyis a $\rightarrow$ heurisztikus függvényt), s lényegében ez

utóbbi jelenti a feladatmegoldásban használt $\rightarrow$ heurisztikát.

kihagyásos szerkezet (ellipsis) – természetesen nyelvi jelenség, amely abban nyilvánul meg, hogy megfelelő feltételek mellett a $\rightarrow$ felszíni szerkezetből elhagyhatók bizonyos elemek anélkül, hogy az a $\rightarrow$ mélyszerkezet értelmét megváltoztatná. Az emberi kommunikációban ritkán okoz gondot, a hallgató – intelligenciája révén – rendszerint könnyen pótolja a hiányzó elemeket. Mesterséges rendszerekben viszont az ilyen típusú mondatok megértése csak a környezetéből átvett információk alapján lehetséges.

kiterjesztett standard elmélet (extended standard theory, EST) – a $\rightarrow$ transzformációs nyelvtan módosított változata. Elméletét ugyancsak N. Chomsky dolgozta ki a 70-es években, s az eredeti, $\rightarrow$ standard elmélet néven közismert forma hiányosságait próbálta kiküszöbölni. A szemantikai értelmezést már nem csak a $\rightarrow$ mélyszerkezet alapján végzi, s a szavakat sem (mindig) $\rightarrow$ transzformációkkal vezeti le. Erre azért volt szükség, mert egyes transzformációk befolyásolták a mondat jelentését, ugyanakkor azonos mélyszerkezetű mondatoknak is lehetnek különböző értelmezései (ezek a standard elmélet szerint nem voltak lehetségesek). A ~ új ábrázolási formákat ($\rightarrow$ fákat) és $\rightarrow$ kényszereket vezetett be a szemantikai értelmezés könnyítésére. Fontos újítása az ún. nyomelemek ($\rightarrow$ nyomelmélet) bevezetése: valahányszor a mondatot transzformációnak vetik alá, a szerkezethez egy üres kategória kapcsolódik. Az így kiterjesztett $\rightarrow$ felszíni szerkezet a szemantikai értelmezésben kap szerepet, ugyanis olyan összefüggések ábrázolására nyílik lehetőség, amelyek a mélyszerkezetben transzparensnek maradtak. Továbbfejlesztett változata a $\rightarrow$ kormányzás-kötés elmélete.

klasszikus logika (classical logic) – olyan $\rightarrow$ logikai rendszer, amely klasszikus $\rightarrow$ modellre épül. Egy ilyen modell

elemei egyszerű, belső szerkezet nélküli objektumok, amelyekre relációkat és függvényeket definiálnak, egyes objektumok pedig kitüntetett szerepet játszhatnak, ezek a konstansok. Fontos kikötés, hogy a relációk és a függvények argumentumszáma (aritása) véges ($\rightarrow$ hasonlósági típus). Jellemzőes képviselői az $\rightarrow$ ítéletek logikája és a $\rightarrow$ predikátumok logikája.

KL-ONE – $\rightarrow$ tudásábrázolásra $\rightarrow$ szemantikus hálót alkalmazó $\rightarrow$ keretnyelv, amelyet R. Brachmann fejlesztett ki a 70-es évek végén.

klóz (clause) – az $\rightarrow$ elsőrendű logikában $\rightarrow$ literálok (ítéletváltozók v. negáltjaik) $\rightarrow$ diszjunkciója. A ~ lényegében egy $P_1, \dots, P_m \Rightarrow R_1, \dots, R_n$ alakú kifejezés, amely a $(P_1 \& \dots \& P_m) \rightarrow (R_1 \vee \dots \vee R_n)$ formulával ekvivalens. Speciális formája az ún. $\rightarrow$ Horn-klóz, amelynek jobb oldalán egyetlen formula található. A $\rightarrow$ rezolúció fogalomkörében jelentős ~ok: a $\rightarrow$ szülőklóz, a $\rightarrow$ rezolvens klóz, az $\rightarrow$ egységklóz, ill. az $\rightarrow$ üres klóz.

klózátalakító stratégia (clause reformatting strategy) – olyan $\rightarrow$ rezolúciós stratégia, amely az egy lépésben előállított $\rightarrow$ rezolvens klózoikat az $\rightarrow$ ekvivalens formulák (logikai törvények) alapján azonnal egyszerűbb alakra hozza (ha lehetséges), s csak ezeket illeszti a klózhalmazba.

klózforma (clausal form) – az $\rightarrow$ elsőrendű logika valamely formulájának olyan alakja, amelyet a neki megfelelő $\rightarrow$ konjunktív normálalakból a $\rightarrow$ konjunktív jelének elhagyásával nyernek, tkp. $\rightarrow$ klózoik tetszőleges sorrendű halmaza. A ~ alapvető jelentősége abban áll, hogy alkalmazható rá a $\rightarrow$ tételbizonyítás egyik leghatékonyabb módszere, a $\rightarrow$ rezolúció. A ~ra hozás legfontosabb átalakító lépései (az $\rightarrow$ ekvivalens formulák alapján):

az ekvivalencia és az implikáció kiküszöbölése: $P \equiv Q = (P \rightarrow Q) \& (Q \rightarrow P)$;

$$\neg P \rightarrow Q = \neg P \vee Q;$$

a negáció hatáskörének redukálása:

$$\neg(\neg P) = P; \neg(P \& Q) = \neg P \vee \neg Q;$$

$$\neg(P \vee Q) = \neg P \& \neg Q;$$

$$\neg((\forall x)P(x)) = (\exists x)(\neg P(x));$$

$$\neg((\exists x)P(x)) = (\forall x)(\neg P(x));$$

klózk kialakítása a disztribúció törvénye alapján: $P \vee (Q \& R) = (P \vee Q) \& (P \vee R)$;

az egzisztenciális kvantorok kiküszöbölése útján a $\rightarrow$ Skolem-normálalak előállítása; az univerzális kvantorok kiemelése ($\rightarrow$ prenex normálalak); a $\rightarrow$ konjunktív normálalakból a konjunkciójelek elhagyása, a $\rightarrow$ klózhalmaz előállítása.

klózhalmaz (clause set) – valamely $\rightarrow$ konjunktív normálalakra hozott formulából a konjunkciójelek elhagyásával nyert $\rightarrow$ klózk halmaza. Mivel a $\rightarrow$ rezolúcióban a klózk sorrendje lényegtelen, a klózk halmaza kényelmesebb ábrázolást és kezelést biztosít. Gyakran a klózokból a diszjunkciójeleket is elhagyják, így a $\sim$ -t $\rightarrow$ literálok halmazává alakítva.

klóznyelv (clause language) – a $\rightarrow$ logikaalapú ábrázolásra kifejlesztett nyelv, amely közvetlenül az elsőrendű $\rightarrow$ predikátumkalkulus nyelvéből származik, s lehetővé teszi a $\rightarrow$ bináris rezolúció számítógépes modellezését. A predikátumkalkulusból átvett fogalmai: a $\rightarrow$ term, az $\rightarrow$ atomi formula, a $\rightarrow$ literál, a $\rightarrow$ klóz. A $\sim$ utasításai lényegében a predikátumkalkulus formulái, amelyeken speciális átalakításokat végeznek: először $\rightarrow$ prenex normálalakra, majd $\rightarrow$ Skolem-normálalakra hozzák őket, a keletkező klózhalmazra alkalmazzák a bináris rezolúció eljárását (a $\rightarrow$ faktorizáció műveletével kombinálva).

klóztörölő stratégia (clause deleting strategy) – olyan $\rightarrow$ rezolúciós stratégia, amely a $\rightarrow$ rezolúció szempontjából redundáns $\rightarrow$ rezolvens klózokat nem illeszti a klózhalmazhoz. Ilyen redundáns klóz lehet a halmazba már előzőleg beépített klóz, v. bármely olyan rezolvens klóz, amely $\rightarrow$ tautológia (ennek a klózhalmaz kielégíthetetlensége szempontjából úgyszincs szerepe).

kockák világa (blocks world) – a $\rightarrow$ tervezés elméleti modellezésére használt formalizmus. Lényegében olyan kétdimenziós világ, amelynek összetevői egy végtelen felület, és bizonyos számú, betűkkel címkézett négyzet („kocka”), amelyekből „toronyok” képezhetők. A $\sim$ -nak állapotait speciális literálok segítségével lehet leírni, s rendszerint a $\rightarrow$ predikátumkalkulus formuláival ábrázolják. A $\sim$ -ban egy probléma megoldását a kezdőállapotnak egy végállapotba való átalakítása jelenti, amelyet meghatározott operátorok végeznek el.

kognitív modellezés (cognitive modeling) – a MI-kutatások egyik alapvető területe, amelynek célja az emberre jellemző mentális tevékenységek számítógépes szimulációja, ill. egy olyan elmélet kidolgozása, amely pontos, tudományos magyarázatot képes adni ezekre a tevékenységekre. Az 50-es években kidolgozott első modellek sztochasztikus folyamatokkal magyarázták az érzékelés és tanulás jelenségeit, amelyek elég pontos mennyiségi leírását adták az emberi képességeknek. A matematikai apparátus egyre szélesebb használata vezetett el a $\rightarrow$ tudás „standard” elméletéhez, amely az emberi tudatot több részre bontotta (hosszú, ill. rövid életű memóriák, felismerés, tárolás és visszakeresés stb.), s a mai modellek alapja is. Igen jelentős lépésnek bizonyult a $\rightarrow$ szemantikus háló elméletének és módszertanának kidolgozása. A $\sim$ kezdeti módszertana a numerikus szimuláció volt, amelyet később a tudást képviselő szimbolikus struktúrák kezelése váltott fel. Napjainkban a két módszer egységes rendszerbe olvadt össze.

kognitív pszichológia (cognitive psychology) – az általános pszichológiának az a része, amely a $\rightarrow$ tudás megszerzésével, rögzítésével, ill. gyakorlati hasznosításával (döntés, feladatmegoldás stb.) foglalkozik. Legfontosabb részterületei: az érzékelés, a figyelem, a memória, a gondolkodás és a természetes

nyelvek kutatása. Igen szoros kapcsolatban van a számítógép-tudománnyal (→számítógépes pszichológia), ezen belül pedig a MI-kutatásokkal, ahonnan számos fogalmat, ill. eljárást-módszert átvett (pl. →asszociatív memória, →szemantikus háló, →munkatábla-rendszer, →forgatókönyv, →keretelmélet, párhuzamos feldolgozás, →produkciós rendszer stb.), majd sajátos kutatási eredményei révén maga is hozzájárult az emberi megismerés modellezéséhez.

kognitív térkép (cognitive map) – az →útkeresés problémájában használt olyan →ismeretbázis, amely a megoldást elősegítő információkat tartalmazza. Az információk természetét alapvetően meghatározzák a lehetséges források: természetes nyelvű leírás, vizuális aszimuláció stb.

kognitív túlterhelés (cognitive overload) – a hagyományos számítástechnika módszereivel kezelt valós idejű alkalmazásokban felléphető kritikus helyzet (a szakmai zsargon „vezérlőterem-szindrómaként” ismeri). Lényege abban áll, hogy a (rendszerint ipari) folyamat vezérlését biztosító rendszer adott pillanatban az ember feldolgozási képességeit meghaladó információmennyiséget szolgáltat, s következésképpen a kiszolgáló személyzet könnyen túl későn v. hibásan reagál. A ~ problémájának megoldása a MI-kutatások hatáskörébe került (→kvantitatív modell, →kvalitatív fizika).

kombinatorikus robbanás (combinatorial explosion) – valamely feladat megoldásában előállható végzetes állapot, amely abban nyilvánul meg, hogy a nem megfelelő eljárás alkalmazása a mai számítógépek sebessége és memóriakapacitása szintjén kezelhetetlenül nagy adattömeget eredményez. A MI területére jellemző feladatoknál a pontos megoldási algoritmus hiánya miatt →kereséssel kell az esetleges megoldást behatárolni. Bonyolultabb feladatoknál minden lehetőség szisztematikus kipróbálása (→teljeskörű keresés) igen könnyen

~hoz vezethet. A ~ úgy kerülhető el, hogy gyakorlati tapasztalatok útján szerzett ismeretek (→heurisztika) alkalmazásával a megvizsgált lehetőségek számát elfogadható szintre csökkentik.

kompozíciós elv (compositionality principle) – a →szemantikai elméletek alapvető jellemzője, amely a természetes nyelvű mondatok jelentéstartalmának megközelítésére vonatkozik. Alapvetően azt jelenti, hogy az egész mondat (mint egység) jelentéstartalma a felépítő szavak jelentésének valamilyen szisztematikus függvénye. Ez intuitívan elfogadható, de két lehetőség adódik. Az első elismeri ezt a szisztematikus függőséget, de figyelembe veszi azt a szöveggörnyezetet is, amelyben az illető mondat elhangzott (megjelent). Ezt az irányzatot képviseli a →felbontási szemantika, ill. annak javított változatai, a →preferenciális szemantika, a →fogalmi függőség stb. A másik irányzat nem ismeri el a ~ általános érvényességét, s a különböző →felszíni szerkezetekhez eleve meghatározott jelentéstartalmat kapcsol. Ennek az irányzatnak jellegzetes képviselője a →procedurális szemantika.

kondicionális (material conditional) – →implikáció

konfliktus-feloldás (conflict resolution) – →produkciós rendszerekben alkalmazott →vezérlési stratégiák célja, vagyis az az eljárás, amelynek révén több alkalmazható →produkciós szabály közül a legtöbb eséllyel biztatót kiválasztják. Történhet eleve rögzített algoritmus szerint v. a megoldandó feladatra jellemző →heurisztika elemeinek beépítése alapján.

konjunkció (conjunction) – olyan →logikai művelet (ill. kétargumentumú →logikai függvény), amelynek értéke akkor és csakis akkor igaz, ha mindkét argumentum egyszerre igaz. Ha P és Q →ítéletek, akkor a ~ jelölése P&Q („P és Q”), →igazságtáblázata pedig:

P	Q	P & Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(Szinonimája a $\rightarrow$ logikai szorzás.)

konjunktív normálalak (conjunctive normal form, CNF) – az $\rightarrow$ elsőrendű logika olyan formulája, amely csak egyszerű $\rightarrow$ diszjunkciók $\rightarrow$ konjunkciója. (Az egyszerű konjunkció csak $\rightarrow$ literálokat tartalmazhat, s $\rightarrow$ klóznak nevezik.) Bizonyíthatóan minden formulának van $\sim$ -ja, s ennek alapján eldönthető, hogy az eredeti formula $\rightarrow$ érvényes formula-e. Az átalakítás logikai törvények ($\rightarrow$ ekvivalens formulák) alapján végezhető el.

konklúzió (conclusion) – olyan állítás, amely bizonyos állításokból ($\rightarrow$ premisz-szákból) logikailag következik, vagyis az azok alapján végrehajtott $\rightarrow$ következtetés eredménye. Definíciószerűen ez akkor áll fenn, ha minden olyan $\rightarrow$ interpretációban, amelyben a premisszák igazak, igaz a $\sim$ is. A $\sim$ igazságának kimutatása a $\rightarrow$ tételbizonyítás alapvető feladata. (Szinonimája a $\rightarrow$ következmény.)

konkrét szintaxis (concrete syntax) – valamely természetes v. mesterséges (programozási) nyelv $\rightarrow$ absztrakt szintaxisának olyan változata, amely a számítógépes modellezés (tkp. $\rightarrow$ szintaktikai elemzés) megvalósíthatósági, ill. hatékonysági szempontjait is figyelembe veszi. Alapjául elsősorban az $\rightarrow$ ekvivalens nyelvtanok elve szolgál (pl. megfelelő típusú $\rightarrow$ automata számítógépes modellezése, $\rightarrow$ normálalakú nyelvtanok használata), tényleges előállításában viszont az alkalmazott ábrázolási, ill. elemzési eljárás konkrét lehetőségeinek kihasználásán alapuló eljárás is használható (pl. $\rightarrow$ fogalmi faktorizáció, $\rightarrow$ hipotézis-faktorizáció).

konnektívizmus (connectionism) – a MI-kutatások egyik fő irányzatát képező elmélet, amely szakított a $\rightarrow$ tudásnak szimbólumkezelésen alapuló, szekvenci-

ális modellezésével, ill. a $\rightarrow$ következtetéseknek szigorúan csak szabálykövetésen alapuló magyarázatával. Az új elmélet hívei az idegsejtek működését mesterséges neuronokból felépülő, alapvetően párhuzamos működésű hálózatokkal ($\rightarrow$ neuronhálókkal) akarják modellezni, amelyek – az egymást kölcsönösen serkentő, ill. gátló neuronok révén – olyan kollektív tulajdonságokkal fognak rendelkezni, amelyekkel sikeresen modellezhető az ember mentális tevékenysége.

kontradikció (contradiction) – általános tagadást leíró logikai törvény. Így pl. az $\rightarrow$ ítéletek logikájában egy olyan összetett ítélet, amelynek igazságértéke mindig hamis, függetlenül az összetevő ítéletek igazságértékétől ($\rightarrow$ kielégíthetetlen formula). A tagadás műveletének értelmezése folytán a $\sim$ tagadása $\rightarrow$ tautológia. Különös jelentőségű $\sim$ a $\neg(P \& \neg P) = 1$ (a kontradikció törvénye).

kontrapozíció (contraposition) – $\rightarrow$ ekvivalens formulák

konvergens alkotás (convergent production) – J. P. Guilford intelligenciamodelljében ($\rightarrow$ intelligencia) a gondolati műveletek osztályába sorolt intelligenciátényező, amely a különféle egyértelműen megoldható, algoritmizálható problémák kezelési készségére vonatkozik. Számítógépes modellezése inkább a hagyományos számítástechnika kutatási területe, a MI-kutatások elsősorban a $\rightarrow$ divergens alkotást teszik vizsgálat tárgyává.

kormányzás-kötés elmélet (government-binding theory, GBT) – a $\rightarrow$ transzformációs nyelvtan módosított változata, N. Chomsky dolgozta ki a 80-as évek elején. Ez az elmélet a korábbi $\rightarrow$ transzformációkat egyetlen általános transzformációs szabállyal helyettesíti, amelynek alkalmazását különböző, szintén általános jellegű megszorítások befolyásolják-irányítják (esetszűrés, szomszédosság stb.) Különös jelentőséget kaptak azok a szabályok, amelyek a $\rightarrow$ felszíni szerkezeteket logikai formákká képezik le.

költség (cost) – az $\rightarrow$ állapottér formalizmusát használó általános feladatmegoldásban az egyes operátorokhoz (műveletekhez) kapcsolt, az adott feladatra jellemző attribútum, amely általában valamely fogyó erőforrásra (végrehajtási időre, üzemanyagra, úthosszra stb.) vonatkozik. A $\rightarrow$ reprezentációs gráfokban a $\sim$ ek a csomópontokat összekötő élek jellemzői. A számítástechnika eszközeivel megoldható gyakorlati feladatoknál a $\sim$ mindig nem elhanyagolható, pozitív érték ($\rightarrow$ -gráf). Két csomópontot összekötő utak $\sim$ ét az utat alkotó élek $\sim$ ének összegeként értelmezik. Ha két adott csomópont között nem létezik út, akkor az azokra vonatkoztatott $\sim$ végtelen nagy-nak tekintendő.

költségfüggvény (cost function) – $\rightarrow$ keresési eljárásokban alkalmazott olyan függvény, amely a keresés bármely lépésénél egy adott csomópontra megadja a $\rightarrow$ feszítőfában hozzá vezető út $\rightarrow$ költségét.

környezetfüggetlen nyelv (context-free language, CFL) – $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvtan által generált nyelv, v. más megközelítésben, $\rightarrow$ nemdeterminisztikus veremautomatával felismerhető nyelv.

környezetfüggetlen nyelvtan (context-free grammar, CFG) – olyan $\rightarrow$ mondat szerkezetű nyelvtan, amelyben egy $\rightarrow$ nemterminális szimbólum egyértelműen átírható, az azt körülvevő környezettől függetlenül. A $\rightarrow$ formális nyelvek viszonylatában ez azt jelenti, hogy a $\rightarrow$ helyettesítési szabályok formája: $A \rightarrow X$, ahol $A \in N$; $X \in (N \cup T)^*$, vagyis az A nemterminális szimbólum mindig helyettesíthető az $X \rightarrow$ terminális és/vagy nemterminális szimbólumokból álló, akár üres sorozattal ($\rightarrow$ formális nyelvtan). Az ilyen szabályok alapvető tulajdonsága, hogy a bal oldalon csak önmagukban álló nemterminális szimbólumok fordulhatnak elő (tehát a $\rightarrow$ Chomsky-hierarchia szerinti osztályozás alapján a harmadik osztályba tartozó

$\rightarrow$ generatív nyelvtan). A levezetések egy kiemelt szerepű nemterminális szimbólumból ($\rightarrow$ kezdőszimbólumból v. $\rightarrow$ mondat szimbólumból) indul, s a helyettesítési szabályok sorozatos alkalmazásával lehet eljutni a mondat szintaktikus ($\rightarrow$ fel-színi) szerkezetét alkotó sorozathoz. A szabályok alkalmazási sorrendjének nincs jelentősége, hiszen az átírás csak a bal oldali nemterminálistól, ill. a rá vonatkozó helyettesítési szabály(ok)tól függ. A $\sim \rightarrow$ nemdeterminisztikus verem-automatával egyenértékű. A $\sim$ egyik jelölési változata a $\rightarrow$ Backus-Naur Forma. A $\rightarrow$ szintaktikai elemzés szempontjából a $\sim$ két ekvivalens változatának ($\rightarrow$ ekvivalens nyelvtanok) van kiemelt jelentősége: a $\rightarrow$ Chomsky-normálalaknak, ill. a $\rightarrow$ Greibach-normálalaknak.

környezetfüggő nyelv (context-sensitive language, CSL) – $\rightarrow$ környezetfüggő nyelvtan által generált nyelv, v. más megközelítésben, $\rightarrow$ lineárisan korlátos automatával felismerhető nyelv.

környezetfüggő nyelvtan (context-sensitive grammar, CSG) – olyan $\rightarrow$ mondat szerkezetű nyelvtan, amelyben egy $\rightarrow$ nemterminális szimbólum átírása függ az azt körülvevő környezettől. A $\rightarrow$ formális nyelvek viszonylatában ez azt jelenti, hogy a $\rightarrow$ helyettesítési szabályok formája: $ZAW \rightarrow ZXW$, ahol $A \in N$; $X, Z, W \in (N \cup T)^*$, vagyis az A nemterminális szimbólum a $Z-W$ környezetben helyettesíthető az X »terminális és/vagy nemterminális szimbólumokból álló sorozattal. Ez jelölhető az $A \rightarrow X \mid Z-W$ formával is ($\rightarrow$ formális nyelvtan). Az ilyen szabályok alapvető tulajdonsága, hogy a jobb oldalon legalább annyi szimbólumot tartalmaznak, mint a bal oldalon, ezért a $\sim$ t nemcsökkentő nyelvtannak is nevezik. (Tehát a $\rightarrow$ Chomsky-hierarchia szerinti osztályozás alapján a második osztályba tartozó $\rightarrow$ generatív nyelvtan.) A $\sim$ ok alkotják azt a legszélesebb nyelvtanosztályt, amelyben a nyelvhez tartozás kérdése minden sorozatra véges időn belül általános algoritmussal eldönthető. A $\sim \rightarrow$ lineárisan

korlátos automatával egyenértékű. (Szinonimája a $\rightarrow$ hossznövelő nyelvtan.)

környezetfüggő utófeldolgozás (contextual postprocessing) – különböző típusú felismerési, ill. megértési eljárásokat követő olyan feldolgozás, amely a részletek szintjén még fennálló kétértelmőségeket, bizonytalanságokat az egészből (szövegből v. képből stb.) le-szűrhető információk alapján oldja fel. Általános jellegű módszer, amely a speciális alkalmazási területeken (pl. $\rightarrow$ karakterfelismerés, $\rightarrow$ gépi fordítás, $\rightarrow$ természetesnyelv-megértés, $\rightarrow$ képmegértés stb.) más-más típusú eljárást képvisel.

körülhatárolás (circumscription) – a $\rightarrow$ köznapi, ill. a $\rightarrow$ nemmonoton következtetés egyik alapvető vonatkozásának, a hiányos ismeretek alapján végzett következtetésnek formalizására J. McCarthy által javasolt módszere. Első, nemformális megközelítésben az a lényege, hogy bizonyos probléma leírásából hiányzó tényeket egyszerűen nem vesznek figyelembe a megoldás során. Más megközelítésben az adott tulajdonsággal rendelkező objektumok számának minimálását jelenti, vagyis egy objektum csak akkor rendelkezik adott tulajdonsággal, ha erre explicit hivatkozás történik (szemben az $\rightarrow$ alapértelmezett következtetéssel). Ebből a szempontból közel áll az ún. $\rightarrow$ zártvilág-feltételezés elvéhez.

körvonal-érzékelés (edge detection) – a $\rightarrow$ képfeldolgozás, ill. a $\rightarrow$ képmegértés egyik első fázisa, a látás számítógépes modellezésének egyik fontos feladata. Célja a vizuális térben elhelyezett tárgyak elkülönítése a háttértől, s lényegében a $\rightarrow$ képelemek fényességi szintjének elemzésén alapul. A $\sim$ két fázisra épül: az elsőben történik a képelemek fényességi szint szerinti osztályozása és leírása, a másodikban a körvonalak fizikai jellemzőinek feltárása, majd a tárgyak felismerése és elkülönítése.

kötött változó (bounded variable) – valamely $\rightarrow$ nyitott (v. $\rightarrow$ zárt) mondat olyan változója ($\rightarrow$ individuumváltozó), amely a kvantifikáció hatáskörébe esik ($\rightarrow$ egzisztenciális kvantifikáció, $\rightarrow$ univerzális kvantifikáció).

következmény (consequence) – $\rightarrow$ konklúzió

következtetés (reasoning) – az emberre jellemző olyan szellemi tevékenységek összefoglaló megnevezése, amelyeknek célja új igazságok, törvényszerűségek, tények, összefüggések feltárása. A szakirodalomban gyakran szinonimaként használják a levezetéssel, bár nem teljesen fedik egymást: a $\sim$ tkp. levezetések olyan – többé-kevésbé hosszú, rendezett – láncolata, amelyeknek közös célja egy-egy feladat megoldása, egy pontosan meghatározott végcél elérése. A $\sim$ egyben ítéletek láncolata is, amelynek kiinduló oldalán az előtétel v. premissza (feltétel), a másik oldalán pedig a következmény v. konklúzió áll. Levezető v. deduktív a $\sim$, ha a premissza általános jellegű, míg a következmény egyedi. Az összevonó v. induktív $\sim$ az egyedi premisszából jut általános érvényű következményre. Átalakító v. transzduktív $\sim$ -ről beszélnek akkor, ha a premissza, ill. a következmény hasonló általánosítási szinten található. A $\sim$ i típusokat több szempont szerint is osztályozni lehet, amelyek közül a legfontosabbak a pontosság mértéke, a $\sim$ szintje, az általánosítás mértéke, a levezetési stratégia iránya stb. A pontosság mértéke szerint a $\sim$ lehet precíz, ha a hagyományos, kétértékű logika törvényein alapszik, és lehet bizonytalan v. valószínűségi $\sim$, ha figyelembe veszi a többértékű logikai minősítés lehetőségét is. A $\sim$ i szint alapján a $\sim$ lehet feladatsztintű, ha a valós világ valamely konkrét szeletére vonatkozik, és lehet $\rightarrow$ metakövetkeztetés, ha magára a $\sim$ -re, mint tervezést igénylő tevékenységsorozatra irányul. Az általánosítás mértéke szerint lehet általános érvényű (pl. $\rightarrow$ tételbizonyítás),

v. lehet célorientált, mint pl. a $\rightarrow$ szakértőrendszerekben. A levezetési stratégia iránya szerint $\rightarrow$ előrehaladó, ill. $\rightarrow$ viszszahaladó $\sim$ ről lehet beszélni. A $\sim$ legfontosabb részterületei: $\rightarrow$ alapértelmezett $\sim$, $\rightarrow$ köznapi $\sim$, $\rightarrow$ nemmonoton $\sim$, $\rightarrow$ valószínű $\sim$, $\rightarrow$ térbeni $\sim$, $\rightarrow$ időbeli $\sim$, $\rightarrow$ logikai $\sim$, $\rightarrow$ okfejtő $\sim$ stb.

következtetési lánc (inference chain) – $\rightarrow$ tudásalapú rendszerek működése közben végrehajtott következtetési lépések, ill. szabályalkalmazások sorozata.

következtetési szabály (inference rule) – olyan eljárás, amelynek segítségével igaz állításokból újabb igaz állítások képezhetők. Általánosan használt jelölése:

$$\frac{P, Q, \dots}{V, W, \dots}$$

jelentése pedig: ha a $P, Q, \dots$ formulák igazak, akkor a $V, W, \dots$ formulák is igazak. Egyik legfontosabb $\sim$ a $\rightarrow$ rezolúció, amelynek formája:

$$\frac{P \vee Q, P \vee R}{Q \vee R}$$

(további érdekes $\sim$ ok az $\rightarrow$ ekvivalens formulák). A $\sim$ $\rightarrow$ klóz formában is kifejezhető: $P_1, \dots, P_m \Rightarrow R_1, \dots, R_n$ értelmezése pedig egy olyan alternatív következmény, amely a premisszát alkotó feltételek szimultán érvényességéből következik.

következtető gép (inference machine) – $\rightarrow$ tudásalapú rendszerek alapvető összetevője az $\rightarrow$ ismeretbázis mellett, amely általános logikai-következtetési módszerrel dolgozza fel az ismeretbázisban megfelelően ábrázolt $\rightarrow$ tárgyköri tudást, s ezáltal új ismeretekkel, következményekkel gazdagítja az eredeti ismeretbázist. Lényegében a feladatmegoldásra vonatkozó általános v. területspecifikus ismeretek képviselője.

köznapi következtetés (common sense reasoning) – a $\rightarrow$ nemmonoton következte-

tés azon típusa, amely a $\rightarrow$ köznapi tudáson alapszik. Számítógépes megvalósítása a MI-kutatások egyik központi célkitűzése, ugyanis fontos szerepet játszik többek között a $\rightarrow$ természetesnyelv-megértésben, a tanulás modellezésében, a számítógépes látás megvalósításában, a $\rightarrow$ szakértőrendszerek tervezésében stb. Igen komplex feladat, ugyanis olyan fogalmakkal foglalkozik, mint tér, idő, mennyiség, követelményrendszer, célrendszer, kifejezési módozatok stb. A $\sim$ t megvalósító módszertannak minden részterület vonatkozásában három fő összetevője van: a részterület elmélete, a $\rightarrow$ tudásábrázolás és a következtetési módszer. Az első részletesen leírja az adott területet, a felmerülhető problémákat, feladatokat és azok jellegzetességeit. A tudásábrázolás lényegében olyan formális nyelv, amely megfelel a területre jellemző állapotok, jelenségek, tevékenységek stb. leírására és adatstruktúrák formájában való kifejezésére ($\rightarrow$ ontológus kompetencia és $\rightarrow$ ismeretelméleti kompetencia). A következtetési módszer azokat az eljárásokat foglalja magában, amelyek a megvalósított adatstruktúrákon fejtik ki hatásukat, s amelyeket az illető formális nyelv utasításával írnak le ($\rightarrow$ heurisztikus kompetencia). Ezekről előzőleg bizonyítani kell, hogy valóban megfelelnek az adott részterület jelenségeinek modellezésére, ill. hogy elfogadható időn belül eredményre vezetnek. A $\sim$ fontos részterületei a $\rightarrow$ térbeni következtetés, ill. az $\rightarrow$ időbeni következtetés. (Szinonimája a hétköznapi következtetés.)

köznapi tudás (common sense knowledge) – olyan nem elméleti jellegű, közvetlen megfigyelésen alapuló, erős személyi jegyeket mutató ismeretek összessége, amelyeket az emberek – a környezet megismerésével párhuzamosan – az anyanyelvvel együtt sajátítanak el. Lényegében a szavak jelentésében rejlő egyszerű térbeli, időbeli, ok-okozati összefüggésekre ($\rightarrow$ naiv fizika), a társa-

dalmi létre (gazdasági, ill. politikai viszonyokra, meggyőződésekre, hitre, emberi elgondolásokra stb.) vonatkozik. Tartalmi gazdagsága, osztályozhatatlansága miatt a mai $\rightarrow$ tudásalapú rendszerekben még nem lehet kimerítően ábrázolni, ill. feldolgozni, egyes részei viszont szervesen beépülhetnek ($\rightarrow$ köznapi következtetés, $\rightarrow$ térbeni következtetés, $\rightarrow$ időbeni következtetés, $\rightarrow$ véleményrendszer stb.) ezekbe a rendszerekbe. (Színimája a hétköznapi tudás.)

közvetlen dominancia (immediate dominance, ID) – $\rightarrow$ általánosított mondat szerkezetű nyelvtan

kronologikus visszalépegetés (chronological backtracking) – a $\rightarrow$ visszalépegetés általános formája, amely csak helyi optimálási kritériumokat vesz figyelembe, nem követ semmilyen globális optimumot (mint pl. a $\rightarrow$ függőségvezérelt visszalépegetés).

különbségi halmaz (disagreement set) – az $\rightarrow$ egyesítés algoritmusában az érintett formulahalmaz (balról jobbra végzett) összehasonlításában az első olyan pozíción található részformulák halmaza, amelyen nem egyezik meg az összes formula.

küszöblogikai elem (threshold logic unit, TLU) – olyan bináris kimenetű logikai elem, amelynél a kimeneti jel értékét a bemeneti jelek súlyozott összegének és egy küszöbértéknek az összehasonlításának eredménye határozza meg. A $\rightarrow$ neuronhálózatok első számítástechnikai modelljeinek (pl. a $\rightarrow$ perceptronnak) alapvető építőeleme volt.

kvadrátikus fa (quadtree) – kétdimenziós objektumok $\rightarrow$ volumetrikus leírásában használt ábrázoló formalizmus, amely a képek rekurzív lebontásán, ill. az összetevőknek faszerkezettel való ábrázolásán alapul. A képeken elvégzendő műveletek így egyszerű fabejárásra vezethetők vissza. Lényegében olyan faszerkezet, amelynek csomópontjai a leírt kép területegységeit képviselik. (A területegységeket a két oldalfelező merőle-

gessel négy részre osztás révén nyerik.) Bármely csomópontnak nulla v. négy leszármazottja lehet. Ha nincs utódcsomópontja, akkor H v. E attribútummal címkézik, aszerint, hogy az illető képelem hozzátartozik-e v. sem az alakzathoz. Ellenkező esetben a négy leszármazott csomópont az illető képelem négy negyedét képviseli. A lebontás a feladatra jellemző mélységig folytatódhat. Térbeli testekre továbbfejlesztett változata az $\rightarrow$ októlis fa. (Színimája a négyesfa.)

kvalitatív fizika (qualitative physics) – a környező valós világot új szempontok szerint vizsgáló elmélet, amelyet J. de Kleer dolgozott ki a 80-as évek közepén. Központi célkitűzése olyan formális viselkedésmoделl előállítása, amelynek alapján az intelligens rendszer hatékony következtetést végezhet (szemben a $\rightarrow$ kvantitatív fizikával). A fizikai rendszerek viselkedése, belső szerkezete és működési elve sokkal természetesebb módon írható le fogalmakkal, és az azok közötti viszonyokkal (pl. állapotok, egyensúlyok, oszcillációk, visszacsatolások stb. összefüggésében). A rendszerek kvalitatív elemzése révén azonosítható az összes lehetséges viselkedés, így $\rightarrow$ okfejtő következtetéssel a mesterséges intelligens rendszer elkerülheti a nemkívánatos állapotokat. Az elemzésnek nincs szüksége részletes kvantitatív modellre, elégséges a vizsgált rendszer kezdeti állapotának és a bemenő adatoknak az ismerete. Számítógépes modellezése egyszerűbb $\rightarrow$ kényszer-kielégítésen alapszik, amely sokkal hatékonyabban implementálható, mint a szimbolikus v. numerikus egyenletek kezelése. A ~ felfedi a rendszerek belső szerkezete és külső viselkedésmódja közötti összefüggéseket. A ~-nak meghatározó szerepe lesz a valós idejű rendszerek fejlesztésében. A hagyományos kvantitatív modellek mindaddig jól működnek, amíg a felügyelt folyamat paraméterei nem hagyják el az előre meghatározott intervallumaikat. Mivel ezek a valós világnak

csak jól-rosszabbul sikerült megközelítései, a fix algoritmusokra támaszkodó felügyelőrendszer kényes állapotba kerülhet, amikor a működtetés folytatása csak újabb stratégia követésével biztosítható. A ~ éppen ezt a magasabb szintű döntési háttérrel biztosíthatja, a mindig konkrét helyzetnek megfelelő stratégia kiválasztásával. A következtetés alapját képező valós világrészlet leírására háromféle modell használható: a $\rightarrow$ kényszeralapú, az $\rightarrow$ összetevőalapú, ill. a $\rightarrow$ folyamatalapú leírás.

kvalitatív modell (qualitative model) – a folyamatirányító rendszerek számára a $\rightarrow$ kvalitatív fizika elmélete alapján kidolgozott $\rightarrow$ modell. Lényegében a folyamatok valamilyen szimbolikus leírása (rendszerint az elsőrendű $\rightarrow$ predikátumkalkulus nyelvén), amely önmagában véve még nem alkalmas tényleges folyamatirányításra, de hagyományos (ún. $\rightarrow$ kvantitatív) modellekkel kiegészítve intelligens, tudásalapú rendszerek előállítására alkalmas a valós idejű alkalmazások területén is.

kvantitatív fizika (quantitative physics) – a környező valós világ tényeit, eseményeit a matematika apparátusán keresztül vizsgáló elmélet. Egy valós fizikai rendszer viselkedése bármely időpontban leírható változóinak pontos pillanatnyi értékével (erők, tömegek, helyzetek, nyomások stb.), az időbeni változásokat pedig megfelelő differenciálegyenletek írják le több-kevesebb pontossággal. Egy ilyen leírás, bár teljes, lényegében elfedi a rendszerek belső

szerkezetét, ill. működési mechanizmusát. A rendszereket leíró differenciálegyenletek megoldását mindig az embernek kell értelmeznie, így a mesterséges intelligens rendszerek előállításához nem felel meg. A valós világ minőségi, ok-okozati, ill. szerkezet-viselkedési összefüggéseinek vizsgálatára a MI új kutatási irányzataként jelent meg a 80-as évek közepén a $\rightarrow$ kvalitatív fizika elmélete.

kvantitatív modell (quantitative model) – folyamatirányító rendszerekben a folyamatok matematikai leírásával előállított $\rightarrow$ modell, amely pontosan meghatározott érvényességi feltételeken és rögzített szabályozó algoritmusokon alapul. Tkp. a hagyományos számítástechnika módszereivel kezelt folyamatirányítás, amely az ún. $\rightarrow$ kvantitatív fizika elméletére épül. Alapvető jellegzetessége az, hogy az érvényességi feltételeken belül pontos és megbízható, azokon kívül azonban egyre kevésbé megbízható, szabályozó eljárásainak rögzített jellege miatt „tanulásra” képtelen rendszer.

kvantor (quantifier) – $\rightarrow$ logikai rendszerek nyelvének $\rightarrow$ ábécéjében megtalálható szimbólum, a változók kezelésére szolgáló eszköz (tehát csak az $\rightarrow$ elsőrendű, ill. $\rightarrow$ másodrendű logikára jellemző). Pl. a $\rightarrow$ predikátumok logikájának két jellemző $\sim$ a az $\rightarrow$ egzisztenciális kvantor, ill. az $\rightarrow$ univerzális kvantor. $\rightarrow$ Nemklasszikus logikákban is bevezethetők $\sim$ ok: pl. a $\rightarrow$ modális logikában használják a $\rightarrow$ szükségyszerűség kvantort, ill. a $\rightarrow$ lehetőség kvantort.

L

lambda-kalkulus (lambda calculus) – a matematikai függvények tanulmányozására a 20-as években kidolgozott formalizmus. Kiinduló elve a következő: ha adott egy x változó és egy M kifejezés, akkor definiálható egy olyan F függvény, hogy x bármely értékére $F(x)=M$. A Church e függvény jelölésére vezette be a $\lambda x.M$ formát, s innen származik a $\sim$ elnevezés is. A 30-as években A. Church, H. B. Curry és mások megálapították a formalizmus alapvető elméleti tulajdonságait, majd az 50-es években J. McCarthy a $\sim$ alapján kidolgozta a MI egyik általánosan használt programozási nyelvét, a $\rightarrow$ LISP-et. A $\sim$ alapvető axiómája az ún. $\rightarrow\beta$ -szabály: az F függvény értéke kiszámítható bármely N argumentumértékre úgy, hogy az M kifejezésben x minden szabad előfordulását N -nel behelyettesítik, formája pedig $(\lambda x.M)N=M[N/x]$. Ez az axióma olyan átírásszábként értelmezhető, amely a lambda-kifejezéseket olyan kifejezéseké redukálja, amelyekre a szabály többé már nem alkalmazható (ez az ún. normálalak – $\rightarrow$ Church-Rossel tétele). A $\sim$ fontosabb primitív függvényei:

$\lambda x.x$ – identitásfüggvény, amelynek értéke maga az argumentum;

$\lambda x.c$ – konstansfüggvény, amelynek értéke az argumentumtól függetlenül a c konstans;

$\lambda x.(f(f(x)))$ – az f függvény önmagával képzett kompozíciója, amelynek értéke tetszőleges argumentumértékre $f(f(x))$.

legáltalánosabb egyesítő (most general unifier, MGU) – valamely $\rightarrow$ jólformált formulák egy halmazának olyan $\rightarrow$ egyesítője, amelyből a formulahalmaz összes egyesítője származtatható. Lényegében olyan helyettesítés, amely két v. több formulának előállítja a $\rightarrow$ legáltalánosabb közös példányát. Meghatározása az $\rightarrow$ egyesítés fő célja. Az $\rightarrow$ elsőrendű logikában alkalmazott $\rightarrow$ rezolúció-

ban a $\rightarrow$ rezolvens klóz megállapításához először mindig meg kell határozni a $\sim$ -t.

legáltalánosabb közös példány (most general common instance, MGCI) – két kifejezés (E_1 és E_2) vonatkozásában az az E kifejezés, amely E_1 -nek és E_2 -nek egyaránt $\rightarrow$ példánya, és ha E' példánya E_1 -nek, ill. E_2 -nek, akkor példánya E -nek is. Egy olyan $\rightarrow$ helyettesítést, amelynek alkalmazása két $\rightarrow$ literál vonatkozásában $\sim$ -t hoz létre, $\rightarrow$ legáltalánosabb egyesítőnek neveznek.

lehetőség kvantor (possibility quantifier) – a $\rightarrow$ modális logika jellemző $\rightarrow$ kvantora, jelentése pedig valamely tetszőleges állítás lehetőségére v. lehetlenségére utal. (Lényegében a külső $\rightarrow$ modell $\rightarrow$ egzisztenciális kvantorának feleltethető meg: olyan állítás, amely legalább egy világban igaz.)

leíró modell (descriptive model) – valamely jelenség természetét az okozati összefüggések figyelembevétele nélkül szimuláló $\rightarrow$ modell.

lényegkiemelés (feature extraction) – $\rightarrow$ jelleghemelés

léptékprobléma (scaling problem) – 1. MI-programtermékek megvalósításában felmerülő nehézségek összefoglaló elnevezése. Rendszerint akkor lép fel, amikor egy feladat kényszerűen (lineáris megközelítések, numerikus módszerek, ábrázolási következtetések v. kényszerek, hiányos ismeretek stb. folytán) leegyszerűsített változatára (pl. $\rightarrow$ játékfeladatra) kidolgozott programtermék a valós világ komplex környezetébe kerülve nem felel meg az elvárásoknak. – 2. A $\rightarrow$ képmegértés tanulmányozásában felmerülő, alapvető probléma: a térben és időben létező objektumok, ill. események meghatározó jellegzetessége a „természetes lépték”, amelyet az ember – veleszületett és tanult adottságai révén – nehézség nélkül felfog, használ, és a $\rightarrow$ térbeni, ill. $\rightarrow$ időbeni következtetésben alkotóan felhasznál, így a számítógépes modellezésben is elkerülhetetlenül megoldandó feladat.

levélcsoomópont (leaf node) – →fában található olyan csomópont, amelyből már nem indul ki él. (Szinonimája a →terminális csomópont.)

levezetési fa (derivation tree) – →szintaxisfa

levezető elemzés (top-down parsing, TDP) – a →szintaktikai elemzés olyan stratégiája, amely a →szintaxisfát a gyökércsomópontból (→mondatszimbólumból) kiindulva építi fel. Más megközelítésben a ~ az adott →mondatformában szereplő →nemterminálisokat illeszti a →helyettesítési szabályok bal oldalával, egyezésnél pedig helyettesíti azokat a megfelelő szabály jobb oldalán álló sorozattal.

lexikális-funkcionális nyelvtan (lexical-functional grammar, LFG) - a →funkcionális nyelvtanok egyik ismert változata. Generatív jellegű nyelvtan, amely elveti a →transzformációkat (→transzformációs nyelvtan). A ~ a szintaktikai kategóriákat nem szerkezeti felépítésük, hanem a mondatban betöltött funkciójuk alapján osztályozza. A nyelvtani funkciók a nyelvtan szabályaira és a lexikális elemek belső felépítésére egyaránt kihatással vannak. Központjában speciálisan felépített lexikon áll, amelyben predikátumok és argumentumaik, →felszíni szerkezetek és a nekik megfelelő nyelvtani funkciók állnak. A mondatokhoz kétfajta szerkezetet rendelnek. Az ún. összetevős szerkezetek képviselik a nyelvspecifikus elemeket, s lényegében a hagyományos →mondat szerkezetű nyelvtan faszervezeteinek felelnek meg. Az általános nyelvtani relációkat az ún. funkcionális szerkezetek képviselik, így azok az elemzett nyelvtől függetlenek.

lexikális-kölcsönhatás nyelv (lexical-interaction language, LIL) - a →szószakértő elemzésben használt formalizmus, tkp. programozási nyelv. Jellegzetes utasításai a szószakértőknek nevezett funkcionális egységek közötti információcsere lebonyolítására vonatkoznak.

lexikális többértelműség (lexical ambiguity, word sense ambiguity) – természetes nyelvi jelenség, amely abban nyilvánul meg, hogy azonos szóalaknak két v. több értelmezése is lehet.

lineárisan korlátos automata (linear-bounded automaton, LBA) – a →Turing-gép egy speciális változata, amelynél a végtelen memóriát véggel helyettesítették. Lényegében egy olyan →véges állapotú automata, amelynek szalagján a bemenő sorozatok hosszának lineáris függvénye által meghatározott számú rekesz található. Bizonyítható, hogy a ~ által felismert nyelv →környezetfüggő nyelv.

lineáris nyelvtan (linear grammar) – →reguláris nyelvtan

lineáris precedencia (linear precedence, LP) – →általánosított mondat szerkezetű nyelvtan

lineáris rezolúció (linear resolution) – a 60-as évek végén kidolgozott →rezolúciós stratégia, amely a →rezolvens klóz előállítására legalább egy olyan →szülő klózt választ, amely a kiinduló klózalmaz eleme (a kiinduló klózalmaz a konkrét probléma →premisszáit, ill. a bizonyítandó tétel negáltját tartalmazza). A ~ az egyik fontos, a gyakorlatban előforduló problémák döntő többségénél alkalmas rezolúciós stratégia, pl. a →PROLOG rendszerekben is ezt alkalmazzák.

LIPS (Logical Inferences Per Second) – →logikai programozás útján létrehozott programtermékek (pl. →szakértőrendszerek) műveleti sebességének mértékegysége (logikai következtetés másodpercenként)

LISP – szimbolikus feldolgozásra (→funkcionális programozásra) az 50-es évek második felében J. McCarthy által kidolgozott magas szintű programozási nyelv, amely alapvetően a →lambda-kalkulusra támaszkodik, s numerikus és nemnumerikus adatok szimbolikus feldolgozására egyaránt alkalmas. Alapvető adatstruktúrája a →lista, amelynek elemei →atomok v. további listák lehetnek, tehát →rekurzív adatstruktúrák

(→gráfok, →fák stb.) ábrázolására kiválóan alkalmas. A más programozási nyelvekből ismert fogalmakat – mint eljárás, program stb. – a ~ben egyetlen fogalom helyettesíti, a függvény. A ~-objektumok ábrázolására az S-kifejezéseket használják. A programok maguk is listák, tehát a programok és az adatstruktúrák azonos szerkezetűek, így egy ~ program létrehozhat és végrehajthat egy másik programot, v. önmagát is módosíthatja. A ~ kiválóan megfelelt a MI-programok fejlesztésére, hátrányt jelent viszont nagy tárigénye és viszonylagos lassúsága. Hatékonyságának növelésére speciális architektúrákkal is kísérleteztek (→LISP-gép).

LISP-gép (LISP machine) – →LISP programok hatékony végrehajtására kidolgozott speciális számítógép-architektúra. Alapvető jellegzetessége az, hogy központi processzora nem a hagyományos utasításkészletet, hanem a LISP nyelv jellegzetes utasításait képes végrehajtani, köztük szimbólum- és listakezelő, tömborientált, ill. predikátum jellegű utasításokat. Központi memóriája sem a hagyományos bájt (ill. szó) értelmezésű, hanem a LISP adatstruktúrákat (lényegében listákat) tükrözi, s rendszerint speciális társprocesszor gondoskodik a listaműveletekkel kapcsolatos memóriafoglalásokkal, ill. -felszabadításokkal. Az egyik legfontosabb, osztálya reprezentatív képviselőjének tartott ~ a MIT Laboratóriumokban kifejlesztett Symbolics-3600. A Neumann-architektúrával szakító, tudásalapú számítógépekkel kapcsolatos kutatásoknak tkp. két meghatározó irányzata látszik kialakulni. Az egyik éppen a ~, amelyet inkább amerikai irányzatként tartanak számon, a másik pedig a japán irányzat, a →PROLOG-ra épülő, ún. →ötödik generációs számítógép.

lista (list) – az egyik legfontosabb, véges számú elemmel rendelkező lineáris adatstruktúra, amelynek legfontosabb tulajdonságai a következők: léte-

zik egy olyan összefüggés az adatelemek között, amely minden adatelemre vonatkozóan meghatározza az azt megelőző, ill. követő adatelemet; létezik egy olyan adatelem, amely megelőz minden más elemet a struktúrában; létezik egy olyan adatelem, amelyet nem követ egyetlen más elem sem a struktúrában. Az operatív memóriában v. a háttérmemóriában a ~ ábrázolására legalkalmasabb a láncolás, mert így az adatelemek fizikai elhelyezése függetleníthető az adatstruktúra logikai felépítésétől. Az egyszerű ~ elemei →atomok. A hierarchikusan strukturált ~ elemei viszont atomok és allisták egyaránt lehetnek. A ~ az egyik legfontosabb →rekurzív adatstruktúra a →logikai (ill. →funkcionális) programozásban.

listafeldolgozás (list processing) – →lista típusú lineáris adatstruktúrákkal dolgozó feladatok szimbolikus megoldása. Felhasználási területei elsősorban a matematikai logika, a szöveges információk feldolgozása, a nyelvészet v. általában a MI minden olyan területe, ahol a feldolgozandó adatok ábrázolására előnyösen felhasználható a listastruktúra. A ~ végrehajtható közvetlen módon, vagyis a láncolt ábrázolású struktúra mutatóival végzett explicit műveletekkel v. pedig szimbolikus módon, specializált programozási nyelv segítségével, amely megfelelő utasításkészlettel rendelkezik a listákkal végzett műveletek végrehajtására (→LISP).

literál (literal) – az →elsőrendű logika szempontjából egy atomi formula v. annak negáltja (tagadása). A ~ok →diszjunkciója ún. →klózt alkot.

logika (logic) – általában a gondolkodás elmélete, a tények értékelésének alapelveivel foglalkozó tudomány, megteremtője Arisztotelész. Központi célkitűzése annak kimutatása, hogy adott helyzetet leíró, igaznak elfogadott tényekből milyen más tények igazsága következhet. (Az eredeti igaz tények a hipotézist v. feltételt, az ezekből következő igaz

tények pedig a következményt képezik, maga az eljárás pedig a $\rightarrow$ következtetés.) A $\sim$, mint tudományos rendszer, két alapvető összetevőre épül: az egyik a nyelv, amellyel az ismeretek kifejezhetők, a másik a következtetési rendszer ($\rightarrow$ logikai rendszer). Valamely állítás igazságának eldöntése a $\rightarrow$ szemantika tárgykörébe tartozik, s nem mindig empirikus vizsgálódás következménye: egyes állításokat egyszerűen igaznak fogadjuk el ($\rightarrow$ axiómarendszer), s erre alapozzák az adott elméletet v. tudományágat. A következtetési szabályok a feltételeket, ill. következményeket képviselő kijelentések közötti tetszőleges relációk lehetnek, tanulmányozásukkal a $\rightarrow$ szintaxis foglalkozik. A hagyományos osztályozás szerint a $\sim$ i rendszerek induktívak, ill. deduktívak lehetnek. Az induktív $\sim$ -nak elsősorban akkor van jelentősége, amikor nem teljes információk alapján kell következtetéseket levonni ($\rightarrow$ monoton logika, $\rightarrow$ nemmonoton logika, $\rightarrow$ alapértelmezett logika). A deduktív $\sim$ -k klasszikus formái mellett ($\rightarrow$ ítéletek logikája, ill. $\rightarrow$ predikátumok logikája) számos speciális változata is ismeretes: a $\rightarrow$ modális logika a szükségesség és lehetőség fogalmaival foglalkozik; az $\rightarrow$ ismeretelméleti logika a $\rightarrow$ tudás és a $\rightarrow$ vélemény fogalmakra koncentrált; a $\rightarrow$ deontikus logika olyan morális fogalmakat kezel, mint kötelesség és engedélyezés; a $\rightarrow$ kérdések logikája stb. A hagyományos $\rightarrow$ kétértékű logika mellett megjelent a $\rightarrow$ többértékű logika. A $\sim$, mint az intelligens viselkedés feltétele, kezdettől a MI-kutatások középpontjába került, egyrészt a logikai következtetések jól algoritmizálhatósága miatt, másrészt azért, mert az igen változatos logikai rendszerek gazdag tárházát adják a $\rightarrow$ tudásábrázolás lehetséges eszközeinek. Viszont az emberi gondolkodás igen gyakran nem logikus. Ebből kiindulva a MI-kutatások két irányzatra orientálódtak. A tiszta megközelítés hívei szerint a MI célja olyan rendszerek megvalósítá-

sa, amelyek a $\rightarrow$ matematikai logika szigorú pontossággal kidolgozott nyelvei szerint következtetnek, függetlenül attól, hogy az megfelel-e v. sem a tényleges emberi gondolkodásmódnak. (Legfontosabb képviselői J. McCarthy és P. Hayes.) A pragmatikus megközelítés ezzel szemben olyan rendszereket próbál előállítani, amelyek híven követik az emberi gondolkodásmódot, még akkor is, ha annak semmi köze a matematikai logikához. (Ezt az irányzatot elsősorban M. Minsky és R. Schank képviselték.)

logikaalapú ábrázolás (logic-based representation) – a $\rightarrow$ deklaratív tudás egyik alapvető ábrázolási formalizmusa, amely lényegében valamilyen jól megválasztott $\rightarrow$ logikai rendszerre (tkp. annak nyelvére) támaszkodik. A $\sim$ két formájában használható. A deklaratív felhasználásnál tkp. csak az $\rightarrow$ ismeretbázisban tárolt tények ábrázolása történik logikai formulák segítségével, a következtető mechanizmus általános problémamegoldó eljárás (pl. $\rightarrow$ rezolúció). A procedurális felhasználásnál a programozó a következtetési eljárást is maga állítja elő, az illető logikai rendszer következtetési szabályainak alapján. A $\sim$ speciális változataként lehet tekinteni a $\rightarrow$ produkciós rendszereket is (ill. a $\rightarrow$ formális nyelvtanokat).

logikai adatbázis (logical database) – olyan $\rightarrow$ tudásalapú rendszerek $\rightarrow$ ismeretbázisa, amely az ismeretek ábrázolására valamely $\rightarrow$ logikai rendszer nyelvén formuláit használja. Az elnevezés a $\rightarrow$ kérdés-válasz rendszerek fogalmköréből származik.

logikai érték (logical value) – $\rightarrow$ igazságérték

logikai függvény (logical function) – kétértékű (igaz v. hamis) logikai érték-készleten definiált függvény. Bármelyik $\sim$ megadható v. a megfelelő logikai kifejezéssel (formulával), v. az argumentumok összes lehetséges kombinációját (interp-

retációját) és a hozzá tartozó függvényértéket tartalmazó $\rightarrow$ igazságtáblázattal.

logikai következtetés (logical reasoning) – a $\rightarrow$ matematikai logika törvényein alapuló $\rightarrow$ következtetés ($\rightarrow$ tételbizonyítás)

logikai modell (logical model) – valamely $\rightarrow$ logikai rendszer alapját képező $\rightarrow$ modell.

logikai művelet (logical operation) – olyan eljárás, amelynek segítségével $\rightarrow$ ítéletekhez, $\rightarrow$ logikai értékekhez, ill. $\rightarrow$ predikátumokhoz újabb ítélet, logikai érték, ill. predikátum rendelhető, lényegében az összetett (molekuláris) kijelentések (formulák) képzésének eszköze. Fontosabb $\sim$ ek: a $\rightarrow$ negáció ($\neg$), a $\rightarrow$ konjunkció ($\&$), a $\rightarrow$ diszjunkció ($\vee$), az $\rightarrow$ implikáció ($\rightarrow$) és az $\rightarrow$ ekvivalencia ($\equiv$).

logikai nyelvtan (logical grammar) – természetes nyelvek leírására, elemzésére, ill. megértésére kidolgozott, valamilyen $\rightarrow$ logikai rendszerre támaszkodó formalizmus, amely a nyelvészeti fogalmakat logikai megközelítésben próbálja kifejezni. A $\sim$ on alapuló elemzés lényegében a mondatnak megfelelő logikai állítások bizonyítására redukálódik, a nyelvtan által leírt logikai rendszerben. A $\sim$ ok fejlődésében határkövet jelentett A. Colmerauernek a $\rightarrow$ Horn-klózokra alapozott formalizmusa, ill. az erre épülő $\rightarrow$ metamorfózis nyelvtan. Legelső alkalmazásai a természetes nyelvű adatbázis-kezelés, a $\rightarrow$ kérdés-válasz rendszerek, a $\rightarrow$ gépi fordítás stb. területén jelentek meg.

logikai összeadás (logical addition) – $\rightarrow$ diszjunkció

logikai programozás (logical programming) – a következtető rendszerek megvalósítására tett törekvések eredményeként megjelent programozástechnikai irányzat, lényegében a szimbolikus logika felhasználása a megoldandó problémák leírására (ábrázolására), ill. a $\rightarrow$ logikai következtetés alkalmazása a problémák megoldására. Tkp. a $\rightarrow$ rezolúción alapuló $\rightarrow$ tételbizonyításból fejlődött ki. Az eddigi kutatások szerint a $\rightarrow$ matematikai logikát nem kell teljes általánosságában

felhasználni, hanem ki lehet választani egy egyszerűbb résznyelvet, amelyhez gyors, hatékony működésű tételbizonyító eljárások készíthetők. Egy ilyen résznyelv a klasszikus elsőrendű logika ($\rightarrow$ predikátumkalkulus) nyelvéből származtatható, és a $\rightarrow$ jólformált formulák $\rightarrow$ klóz formájára támaszkodik ($\rightarrow$ konjunktív normálalak, $\rightarrow$ prenex normálalak, $\rightarrow$ Skolem-normálalak, $\rightarrow$ klóznnyelv, $\rightarrow$ Horn-klóz stb.). Problémamegoldásra, logikai következtetésre (tételbizonyításra) a J. Robinson által kidolgozott $\rightarrow$ bináris rezolúció használható. A $\sim$ számára alkalmas programozási nyelvek egyik első, komoly képviselője a $\rightarrow$ PLANNER, amelyet $\rightarrow$ automatikus tételbizonyításra fejlesztett ki C. Hewitt a 60-as évek végén. A Horn-klózokon alapuló $\sim$ nyelvét R. Kowalsky és P. Hayes dolgozta ki a 70-es évek elején, majd A. Colmerauer valósította meg $\rightarrow$ PROLOG néven.

logikai rendszer (logical system) – egy $\rightarrow$ modell, egy neki megfelelő nyelv és egy következtetési módszer együttese. Az $\rightarrow$ axiomatikus elmélet szempontjából szintaktikai és szemantikai megközelítése lehet. Szintaktikai megközelítésben a $\sim$ felépítésében egy $\rightarrow$ formális nyelv, egy $\rightarrow$ axiómarendszer és a $\rightarrow$ következtetési szabályok vesznek részt, a formulák jelentése nem játszik szerepet. Szemantikus viszonylatban a $\sim$ a formális nyelv és az olyan szabályok rendszere, amelyek jelentést adnak a formuláknak. Az összetevők természete alapján a $\sim$ ek (következésképpen a logikai nyelvek) több osztályba sorolhatók. A modell szerint két osztály különböztethető meg: $\rightarrow$ klasszikus logika és $\rightarrow$ nemklasszikus logika. A nyelv által kezelhető változók száma alapján három osztály ismeretes: a $\rightarrow$ zérusrendű logika, az $\rightarrow$ elsőrendű logika, ill. a $\rightarrow$ másodrendű logika. Az $\rightarrow$ igazságértékek száma szerint szintén két osztály különböztethető meg: a $\rightarrow$ kétértékű logika és a $\rightarrow$ többértékű logika (ez utóbbi to-

vábbi alosztályokra bontható). A $\sim$ feltételrendszerének időálló természete alapján lehet $\rightarrow$ monoton logikáról, ill. $\rightarrow$ nemmonoton logikáról beszélni. Az $\rightarrow$ ábécé szimbólumaihoz rendelt szemantika megadásának természete alapján két nagy alosztály különböztethető meg: az $\rightarrow$ extenzionális logika, ill. az $\rightarrow$ intenzionális logika.

logikai szorzás (logical multiplication)

– $\rightarrow$ konjunkció

logikai törvény (logical law) – $\rightarrow$ ekvivalens formulák

logikai változó (logical variable) – tetszőleges $\rightarrow$ ítéletet jelentő olyan szimbólum, amelyhez igaz (jelölése rendszerint 1 v. T) v. hamis (0 v. F) $\rightarrow$ igazságérték rendelhető.

M

MACHACK 6 – a 60-as évek elején kidolgozott sakkprogram, amely először ért el sikereket emberi ellenfelek ellen.

magasszintű látás (high-level vision) – →képmegértés

magyarázat (explanation) – mesterséges (számítógépes) rendszerekkel szemben támasztott követelmény, amely a szolgáltatott információk megbízhatóságára vonatkozik. A hagyományos, algoritmizálható feladatok megoldásánál is fontos követelmény, a →tudásalapú rendszereknél viszont elengedhetetlen feltétel, hogy a használó teljes bizalommal lehessen a mesterséges rendszer által szolgáltatott információkkal szemben. Ez utóbbiaknál rendszerint külön alrendszer formájában van jelen, feladata az, hogy „megmagyarázza” a használonak: miért tett fel egy adott kérdést, v. hogyan jutott el bizonyos megoldáshoz.

magyarázó sablon (explanation pattern, XP) – a →köznapi következtetés modellezésében használt összetevő, amely a nem várt események felismerésében játszik szerepet. Tkp. a →forgatókönyv elméletén alapszik, vagyis olyan sztereotip helyzetleírás, amelynek alapján következtetések végezhetők az új helyzettel kapcsolatban.

másodrendű logika (second-order logic) – olyan logikai rendszer, amelynek nyelve engedélyezi változók használatát mind az alaphalmaz elemeire, mind a relációkra vonatkozóan, mondataiban így igen általános fogalmazást is lehetővé tesz.

matematikai logika (mathematical logic) – a logikus gondolkodás törvényeit matematikai módszerekkel tanulmányozó tudományág (→logika, →logikai rendszer, →ítéletek logikája, →predikátumok logikája, →monoton logika, →nemmonoton logika stb.).

matematikai nyelvészeti (mathematical linguistics) – a nyelvi jelenségek mennyiségi, minőségi, formális, relációs

és szerkezeti vonatkozásait megfelelő matematikai apparátus segítségével leíró, ill. tanulmányozó tudomány. Létjogosultságát a természetes nyelvek és a formális rendszerek közötti hasonlóság támasztja alá. Jelentősége abban áll, hogy a matematika formális apparátusának segítségével olyan fogalmak is megközelíthetők, amelyeknek a köznyelvben egyáltalán nincs analóg párjuk. A matematikai képletekkel végzett formális műveletekkel maga az apparátus is bővül, ami a valóság új jelenségeinek és viszonyainak megközelítését is elősegíti, s így időben megelőzheti azok tartalmi jelentésének feltárását. A ~ alapkijelentései a következők: a nyelv mondatok olyan halmazának tekinthető, amelynek számossága megszámlálhatóan végtelen; minden mondat véges objektum, amelynek formája egy véges szótáron alapuló, →jólképzett fűzér (a jólképzettség arra vonatkozik, hogy a szótárban található szimbólumok összefűzésénél meghatározott szintaktikai szabályok érvényesülnek); mint minden végtelen halmaz, csak az őt felsoroló véges eszközök segítségével jellemezhető, s ezek képezik az ill. nyelv nyelvtanát. A fenti alapkijelentések alapján adható meg a nyelvtan formális definíciója (→formális nyelvtan).

mechanikus tanulás (rote learning) – a →fogalomképzés olyan formája, amelynél a tanuló közvetlenül, minden átalakítás nélkül befogadja az új ismereteket. Lényegében már kialakult, kész definícióval rendelkező →fogalom elsajátítása, amelynek alapján a későbbiekben az illető fogalomhoz tartozó példányok felismerhetők. Mesterséges rendszerekben a ~ tkp. a programozásra vezethető vissza, ahol az adott fogalom példányainak felismerésére szolgáló algoritmust eleve beépítik a számítógépes programba.

matematikai valószínűség (mathematical probability) – →a priori probab-

megoldásfa (solution tree) – $\rightarrow$ kétszemélyes teljes információjú játékoknak $\rightarrow$ ÉS/VAGY fával ábrázolt formájában egy olyan részfa, amely a $\rightarrow$ játékfa gyökércsomópontjából indul ki, levélcsomópontjai pedig az illető játékos szempontjából mind nyerő állások.

megoldásgráf (solution graph) – a $\rightarrow$ problémaredukció módszerével kezelt feladat megoldását képviselő részgráf, amikor a probléma $\rightarrow$ feladatterét $\rightarrow$ ÉS/VAGY gráffal ábrázolják. A $\sim$ tehát egy olyan részgráf, amelynek eleme a gyökércsomópont, minden csomópontjából egyetlen $\rightarrow$ redukciós operátornak megfelelő élköteg ($\rightarrow$ hiperél) indul ki, s minden út megoldással rendelkező $\rightarrow$ primitív problémát képviselő levélcsomópontba vezet.

megoldásnyelvtan (solution grammar) – a $\rightarrow$ megoldásgráf formális kezelésére kidolgozott $\rightarrow$ formális nyelvten. Az analógia arra épül, hogy a megoldásgráf is egy kitüntetett $\rightarrow$ nonterminális szimbólumból (gyökércsomópontból) indul ki, s nonterminális és $\rightarrow$ terminális szimbólumokat generál. A problémamegoldás szempontjából a nonterminális szimbólumok részlegesen definiált megoldásoknak felelnek meg, a terminális szimbólumok pedig megoldással rendelkező részproblémákat ($\rightarrow$ primitív problémákat) képviselnek. A $\sim$ tehát egy olyan konstruktív nyelvten, amely a kezdőszimbólumból kiindulva, megfelelő $\rightarrow$ átíró szabályok megfelelő sorrendű alkalmazásával felépíti a megoldásgráfot. Egyben olyan generátornak is tekinthető, amely adott feladat megoldásához a szóba jöhető primitív problémákat létrehozza, a nyelvten értelmezője pedig egyben a létrehozási sorrend stratégiáját is magában foglalja.

megszorítás nélküli átírórendszer (unrestricted rewriting system) – $\rightarrow$ megszorítás nélküli nyelvten

megszorítás nélküli nyelvten (unrestricted grammar) – a $\rightarrow$ mondatszerkezetű nyelvten legáltalánosabb formája,

amely semmilyen megszorítást nem ír elő a $\rightarrow$ helyettesítési szabályok formájára (bármilyen szimbólumsorozat bármivel helyettesíthető). A szabályok bal oldalán $\rightarrow$ terminális és $\rightarrow$ nonterminális szimbólumok tetszőleges, nem üres szövege áll, míg a jobb oldalon szintén tetszőleges, akár üres szöveg is megengedett ($\rightarrow$ Chomsky-hierarchia). A $\sim$ a $\rightarrow$ Turinggéppel ekvivalens nyelvten. Számítógépes modellezésére számos formalizmust javasoltak (pl. $\rightarrow$ transzformációs nyelvten, $\rightarrow$ bővített átmenetháló, $\rightarrow$ fűzərbővítő nyelvten, $\rightarrow$ metamorfózis nyelvten stb.). (Szinonimája a $\rightarrow$ megszorítás nélküli átírórendszer.)

megszorító nyelvten (restriction grammar, RG) – a $\rightarrow$ fűzərbővítő nyelvten alapötleteit, tapasztalatait felhasználó $\rightarrow$ logikai nyelvten

mélységi keresés (depth-first search) – $\rightarrow$ vertikális keresés

mélységi korlát (depth constraint) – a $\rightarrow$ vertikális keresés hatékonyságát növelő eljárás. Az ilyen típusú keresés hátránya, hogy a feladatok többségében az $\rightarrow$ állapottér mélysége nem ismert előre, s a befejezést végtelen $\rightarrow$ reprezentációs gráfokra (fákra) nem biztosítja. Ezért a $\rightarrow$ keresési mélységet megszorításként előre meg szokták határozni. Ha ez kisebb, mint az állapottér tényleges mélysége, megtörténhet, hogy a keresés nem vezet eredményre (noha létezik megoldás nagyobb mélységben). Ha viszont nagyobb, ez az időbonyolultság révén előnytelen, a megoldás nem jelenti az optimális (legrövidebb) utat. A $\sim$ meghatározása a konkrét feladat fontos attribútuma.

mélységi leképezés (depth map) – látásmodellező rendszerekben használt eljárás, amelynek révén jelenetek háromdimenziós tulajdonságai újra előállíthatók kétdimenziós képek alapján. A hagyományos számítástechnika szempontjából egyszerűen a háromdimenziós képek kétdimenziós ábrázolásának fordítottjaként tekinthető, következésképpen a tér-

felületek raszterhálós, árnyékolt ábrázolására vezethető vissza. A MI megközelítésében a több forrásból származó vizuális információ alapján végzett $\rightarrow$ térbeni (ill. $\rightarrow$ időbeni) következtetésen alap-szik.

mélységnövelő A* keresés (iterative-deepening A* search, IDA*) – az $\rightarrow$ A* keresés egyik módosított változata. Lényegében $\rightarrow$ vertikális keresés, amely megjegyzi az $f(n)=g(n)+h(n)$ költségfüggvény értékét minden generált csomópontra (ahol $g(n)$ az n csomópontig bejárt út költsége, a $h(n)$ pedig a célíg becsült költség). Mihelyt ez meghalad egy meghatározott küszöbértéket, visszatér az előző csomópontra, és újabb szintet iktat a bejárando gráfba. Jelentősége elsősorban abban áll az A* kereséssel szemben, hogy elfogadható idő- és memória-igénnyel elfogadható költségű megoldáshoz vezet (bár lehet, hogy nem ez az optimális megoldás). Előnye még, hogy könnyen implementálható algoritmussal megvalósítható, amely az A* keresésnél gyorsabb végrehajtást is biztosít.

mélységnövelő vertikális keresés (depth-first iterative-deepening search, DFID) – a $\rightarrow$ vertikális keresés egy javított változata, amely kihasználja azt a lehetőséget, hogy a vizsgált mélység megszorításként előírható ($\rightarrow$ mélységi korlát). Ennek alapján a $\sim$ iteratív módon végez klasszikus vertikális keresést, miközben a mélységi korlátot ciklusonként 1-gyel növeli: először teljes vertikális keresést végez az első szinten, sikertelenség esetén újabb teljes vertikális keresést a második szintig, és így tovább. A módszer lényegében a kezdőállapothoz legközelebb eső feltételezett célállapotot keresi ($\rightarrow$ horizontális keresés), miközben tkp. mégis a hatékonyabb mélységi keresést végzi, s így ötvözi a vertikális, ill. a horizontális keresés előnyeit. A $\sim$ térkomplexitása $TO(d)$, időkomplexitása viszont megegyezik a horizontális keresésnél tapasztalt értékkel: $IO(b^d)$, ahol a

b az $\rightarrow$ elágazási tényezőt, a d pedig a $\rightarrow$ keresési mélységet jelenti.

mélyszerkezet (deep structure, DS) – a $\rightarrow$ transzformációs nyelvtan által bevezetett alapvető fogalom, amely a mondat lexikális elemei és a mondat jelentése között teremt kapcsolatot. Lényegében logikai viszonyokat jelölő olyan szerkezet, amely a szemantikai értelmezéshez szükséges valamennyi releváns információt tartalmazza. Bevezetése azon a megfigyelésen alapszik, hogy sokszor azonos v. hasonló jelentésű mondatoknak igen eltérő szintaktikai formája lehet, míg más esetekben éppen fordítva, a hasonló szintaktikai formájú mondatoknak lehet eltérő jelentése. Kézenfekvő példa erre az aktív és passzív mondatformák összehasonlítása, amelyeknél az igen eltérő szintaktikai formák lényegében ugyanazt a jelentést hordozzák: az alany végzi a cselekvést, a tárgy pedig elszenvedi. Ebben a megközelítésben a $\sim$ hordozza a mondat funkcionális szerkezete révén ábrázolt szemantikát, a szintaktikai forma ábrázolása pedig a $\rightarrow$ felszíni szerkezet. A N. Chomsky által kidolgozott transzformációs elméletnek két alapvető összetevője van: egy szintaktikai és egy szemantikai. A szintaktikai összetevőhöz tartozik az adott nyelv szó-kincse és egy $\rightarrow$ környezetfüggetlen (esetleg $\rightarrow$ környezetfüggő) nyelvtan az illető nyelv $\sim$ einek ábrázolására, együttesen képezve az ún. $\rightarrow$ bázisnyelvtant (ennek működése révén keletkezik tkp. a $\sim$). Ugyancsak a szintaktikai összetevőhöz tartozik még egy $\rightarrow$ transzformációhalmaz, amely a felszíni szerkezet előállításának eszköze. A szemantikai összetevő feladata a $\sim$ értelmezése, és a mondatokban rejlő jelentés megfelelő ábrázolása. A $\sim$ fogalmát sokszor metaforikusan, a transzformációs nyelvtanoktól függetlenül is használják, bizonyos struktúrákhoz kapcsolt jelentésre vonatkozóan.

mélyszerkezeti eset (deep case) – az $\rightarrow$ esetnyelvtan egyik alapfogalma, a

klasszikus nyelvészeti esetfogalom nyelvfüggetlen általánosításának tekinthető. A ~ a névszói csoportok mondatbeli elvi funkciójára vonatkozik elsősorban, s így lényegében független a mondat igéjétől. A névszói csoportok szemantikai szerepével foglalkozik, s kevésbé törődik annak szintaktikai-szerkezeti megnyilvánulásával (a tkp. →felszíni esettel). A ~ek lényegében a valós világ eseményeinek az emberi tudatban való visszatükröződésének tekinthetők. Az eseményeket rendszerint egy-egy ige fejezi ki, s ehhez kapcsolódnak a különböző objektumok: a cselekvés alanya, tárgya, eszköze, ideje, iránya stb. Egy-egy esemény, ill. annak viszonya a különböző objektumokkal megfelelő alapot szolgáltat egész mondatosztályok jelentésének kifejezésére, s az ábrázolási formalizmust is sugallja (pl. →szemantikus háló). A ~ek egy jól meghatározott halmaza →esetrendszert képez.

memóriaszervezési csomag (memory organization packet, MOP) – a →tudásábrázolás modellezésére R. Schank által kidolgozott rendszer, amely elsősorban az →epizodikus memória működését próbálja utánozni. Lényegében a →forgatókönyv elméletén alapszik, de annak dinamikus változatát vezeti be, amely a tanulás, a tapasztalat fényében állandóan módosul, finomul, sőt, bizonyos információkat különböző forgatókönyvek közösen is használhatnak. A ~ra épülő elmélet kisebb ismeretelemeket ábrázol, majd ezekből építi fel a magasabb szintű struktúrákat. Alapvető szempontja, hogy a megértésnek feltétlenül tanulási elemekre kell épülnie, következésképpen a szükséges tudást is feltétlenül dinamikusan változtatható formalizmussal kell ábrázolni.

mesterséges intelligencia (artificial intelligence, AI) – 1. Minden olyan (túlnyomó többségében számítógépes) rendszer, amely az emberre jellemző, intelligensnek tartott feladatmegoldásra alkalmas, ill. az emberi magatartás mo-

dellezésére képes. A kutatások érdeklődési körébe elsősorban az olyan feladatosztályok tartoznak, amelyek megoldására nem ismert (még) algoritmusba foglalható eljárás, tehát a természetes nyelvű (írott v. kiejtett) kifejezések megértése, a látási, a hallási, a tapintási információk feldolgozása, ill. az azok alapján végzett →következtetések révén intelligens tevékenység kifejtése. Bár a kutatások végső célja tkp. a szellemi munka gépesítése, kezdettől fogva két jól elkülöníthető irányzat alakult ki. Az egyik elsősorban technikai-gyakorlati jellegű, s olyan rendszerek előállítására törekszik, amelyek legfontosabb célja nem az emberre jellemző módszerek, eljárások hű másolása, hanem bizonyos emberi tevékenységek egyszerű, gyors és olcsó elvégzése. Ide tartoznak az egyszerű robotok előállítása, a természetes nyelvű, akusztikus, ill. vizuális információk felismerése, a gépi fordítás stb. A másik, inkább elméleti jellegű irányzat célja az emberi intelligencia működésének tisztázása, az ismeretelmélet állításainak kísérleti igazolása. Az ember mentális tevékenységének magyarázatára alkotott modell természete alapján szintén két fő irányzat figyelhető meg. Az első a szimbólumkezelésre épül, a másik az idegrendszer mesterséges modelljére, az ún. →neuronhálókra támaszkodik. Szintén két irányzat különböztethető meg a →logika szerepét illetően az intelligens viselkedésben. A tiszta megközelítés hívei (elsősorban J. McCarthy, P. Hayes és mások) szerint a mesterséges intelligens rendszereknek a →matematikai logika szigorú pontossággal kidolgozott törvényei szerint kellene működniük, függetlenül attól, hogy ez megfelel-e v. sem a tényleges emberi gondolkodásmódnak, tehát kitartanak a racionális emberkép mellett. A pragmatikus megközelítés viszont (leghíresebb képviselői M. Minsky és R. C. Schank) híven követné az emberre jellemző gondolkodásmódot még akkor is, ha annak semmi v. igen

kevés köze is lenne a matematikai logikához. – 2. Sokszor magának a mesterséges intelligens rendszereket tanulmányozó, ill. létrehozó multidiszciplináris tudománynak a megnevezése. Az $\rightarrow$ ismeretelmélettel igen sok vonatkozásban hasonló célokat követ, ezért egyes kutatók egyenesen $\rightarrow$ alkalmazott ismeretelméletnek is nevezik.

mesterséges neuronháló (artificial neuronal network, ANN) – $\rightarrow$ neuronháló

metakijelentés (meta-assertion) – a valós világ kijelentéseire és szabályaira vonatkozó ismeret, kijelentés ($\rightarrow$ metatudás)

metakövetkeztetés (meta-reasoning) – a valós világra vonatkozó $\rightarrow$ következtetések tervezése, ütemezése. Maga a következtetés úgy tekinthető, mint egy sor olyan – szabályok alkalmazásában kifejezett – művelet, amely lehetővé teszi már létező igazságok alapján új igazságok leszűrését. Mivel a következtetés maga is tevékenység, mint minden tevékenységet, a következtetést is előre kell tervezni. Pontosan ez a tervezés valósul meg a $\sim$ révén. Más megközelítésben az intelligens rendszerek azon adottsága, amely lehetővé teszi azt a tervezést, hogy a valós világra vonatkozó mely szabályokat (műveleteket, ill. ismeretlemeket), mikor és hol lehet alkalmazni a következtetések során. A $\sim$ lényegében tervező $\rightarrow$ metaszabályok alkalmazásában nyilvánul meg, s a valós világra vonatkozó következtetési stratégiák felépítésére, ill. kódolására használható.

metamorfózis nyelvtan (metamorphosis grammar, MG) – természetes nyelvek feldolgozásában használatos formalizmus, amely a nyelvészeti (szintaktikai és szemantikai) ismereteket logikai rendszer alapján ábrázolja (rendszerint az elsőrendű $\rightarrow$ predikátumkalkulus szabályai szerint). Az első, $\rightarrow$ PROLOG-rendszerben kifejlesztett $\rightarrow$ logikai nyelvtan, tehát egy mondatnak a $\sim$ beli

levezetése tkp. az adott logikai rendszerben megadott állítás bizonyítására redukálódik. Megjelenését a PROLOG nyelv elterjedése tette lehetővé, lényegében a $\rightarrow$ Chomsky-hierarchia 0-nyelvtanának kiterjesztéseként tekinthető. Az elemzendő nyelv $\rightarrow$ szintaxisának leírására $\rightarrow$ produkciós szabályokat használ, amelyeknek formája $x \rightarrow y$ alakú, pl. mondat – alany, állítmány, amelyben a szabály három $\rightarrow$ nemterminális szimbólum viszonyát fejezi ki. A gyakorlatban az általános formalizmus bizonyos megszorításait használják, közülük a $\rightarrow$ definitkölz nyelvten a legismertebb. Legfontosabb alkalmazásai: természetes nyelvű adatbázisok előállítása, szövegszintézis formális specifikációk alapján, természetes nyelvű interfészek megvalósítása, stb.

metanyelv (metalanguage) – valamely nyelv (tárgnyelv) vizsgálatához szükséges és elegendő közlési nyelv. Fogalmát N. Chomsky vezette be az élő (természetes) nyelvek $\rightarrow$ szintaxisának leírására. Megfogalmazása szerint: más nyelvek leírására használható nyelv v. formalizmus. Általános jellegű szakkifejezés, ugyanis bármely $\rightarrow$ modell leírására lényegében $\sim$ szükséges, s valamely természetes nyelvtől kezdve bármilyen szimbolikus jelölésmód ($\rightarrow$ formális nyelv) alkothat $\sim$ et. (Ha a modell nem pont egy nyelvre vonatkozik, akkor a neki megfelelő $\sim$ helyett sokszor egyszerűen a „nyelv” szót használják.)

metaszabály (meta-rule) – a valós világ szabályainak alkalmazhatóságára, sorrendjére, ill. időzítésére vonatkozó szabály, a $\rightarrow$ metatudás alapvető összetevője. Két alaptípusa különböztethető meg. A deduktív $\sim$ olyan szabály, amely a valós világra vonatkozó $\rightarrow$ következtetésekben használható szabályokra vonatkozik. Pl. az $A \rightarrow (B \rightarrow C)$ kifejezés deduktív $\sim$, ugyanis lehetővé teszi a $B \rightarrow C$ szabály levezetését, ha A teljesül. Hasonlóan az $(A \rightarrow B) \rightarrow C$ $\sim$ lehetővé teszi az intelligens rendszer számára, hogy

levezesse a C kijelentést, ha az $(A \rightarrow B)$ szabály érvényesül. A $\sim$ másik alaptípusa a tervező $\sim$, amely lehetővé teszi a valós világra vonatkozó következtetési stratégiák felépítését. A tervező $\sim$ -ok alkalmazásában nyilvánul meg tkp. a $\rightarrow$ -metakövetkeztetés.

metatudás (meta-knowledge) – a valós világról alkotott $\rightarrow$ -tudásra, ill. $\rightarrow$ -tudás-ábrázolásra vonatkozó ismeretek összessége. A pszichológiai, ill. MI-kutatások szerint egy intelligensen viselkedő egyénnek (tehát mesterséges rendszernek is) rendelkeznie kell a következő adottságokkal: tudatában kell lennie annak, hogy mit tud, ill. mit nem tud (tudatosság); tudnia kell, hogy mikor és hol használhatja fel tudását a $\rightarrow$ -következtetések során ($\rightarrow$ -metakövetkeztetés); tudnia kell, hogy mikor és hol használja ismereteit különböző tevékenységek végrehajtására ($\rightarrow$ -tervezés); képesnek kell lennie arra, hogy megmagyarázza, miért és hogyan használta fel ismereteit ($\rightarrow$ -magyarázat); önvizsgálat révén módosíthassa, elvonatkoztathassa, általánosíthassa saját tudását, ill. új elemeket építhessen be (tanulás). Az objektív tudáshoz hasonlóan a $\sim$ is kijelentésekre ($\rightarrow$ -metakijelentésekre), ill. szabályokra ($\rightarrow$ -metaszabályokra) támaszkodik. A metakijelentések a valós világ kijelentéseire és szabályaira vonatkozó ismereteket tükrözik, míg a metaszabályok a valós világ szabályainak alkalmazhatóságára, sorrendjére, ill. időzítésére vonatkoznak.

minimax eljárás (minimax procedure) – $\rightarrow$ -kétszemélyes teljes információjú játékokban a soron következő játékos legjobb következő lépésének kiválasztására használt, az általános $\rightarrow$ -minimax tétel alkalmazásán alapuló, kényszerfeltételezett $\rightarrow$ -mélységi keresés típusú eljárás. A $\rightarrow$ -játékfát (rendszerint) csak bizonyos mélységig terjesztik ki, s az így kialakult $\rightarrow$ -keresőfa levélcsomópontjait az adott játékokra jellemző $\rightarrow$ -statikus kiértékelő függvénnyel minősítik. A $\sim$ tkp. e minősítő értékek visszaterjedésére

($\rightarrow$ -visszaadott értékekre) alkalmazza a minimax tételt, a legnagyobb előnyszerzés elvének szellemében: az ellenfél lehető legerősebb ellenlépését feltételezve választja ki a soron következő játékos legjobbnak ítélt következő lépését. A minősítő értékek visszaterjedése szempontjából ez azt jelenti, hogy a vizsgált játékos (páros) szintjein maximumképzéssel, az ellenfél (páratlan) szintjein pedig minimumképzéssel határozzák meg a visszaadott értéket (az eljárás számítási változata a $\rightarrow$ -negamax eljárás). A gyakorlati vizsgálatok szerint a $\sim$ csak akkor eredményes, ha a keresőfa mélységét megfelelően választják meg, amely különböző állásokban különböző mértékű lehet, s csak $\rightarrow$ -heurisztikára támaszkodhat. Egyik ilyen heurisztikus változat az ún. $\rightarrow$ -alfa-béta visszametszés.

minimax tétel (minimax theorem) – a $\rightarrow$ -játékelmélet Neumann Jánostól származó elve, ill. kritériuma, amely szerint a $\sim$ -en alapuló stratégia alkalmazása a játékosoknak bármilyen ellenjátéknál a legkisebb veszteséggel a legnagyobb nyereséget biztosítja. Kimondja, hogy a kétszemélyes zérus összegű véges játéknak mindig van megoldása, és az egyik játékos minimális nyereségeinek maximuma egyenlő a másik játékos maximális veszteségeinek minimumával. A $\sim$ érvényes akkor is, ha a játékosok nem egy-egy fix, ún. tiszta stratégiát választanak, hanem véletlenszerűen válogatnak a lehetséges stratégiák között. A játék eredményessége szempontjából mindegy, hogy melyik játékos választja ki először a saját szempontjából optimális stratégiát, vagyis az optimális stratégia megválasztását egymástól függetlenül végezhetik. A $\sim$ -t döntési feladatokra alkalmazva: annak a stratégiának a követése, amely a maximális kockázat lehetőségét minimálja. Függvények megközelítésére alkalmazva: annak a formulának a felhasználása, amely a maximális hiba lehetőségét minimálja.

minta (pattern) – 1. A hagyományos számítástechnikában attribútumok olyan vektora, amelynek elemei valamely objektum jellemzőihez rendelt szimbólumokat (sokszor számértékeket) tartalmaznak ($\rightarrow$ mintafelismerés). A szintaktikus $\sim$ pl. egy olyan fűzér, amelyet adott $\rightarrow$ nyelvtan egy $\rightarrow$ nemterminális szimbólum kifejtése révén generál, ill. felismer. A szövegfeldolgozásban olyan sorozat, amelynek előfordulásait meg lehet határozni adott szövegen belül. – 2. A MI értelmezésében egy olyan struktúra, amelynek egyes elemei meghatározatlanok (változók) maradhatnak. Rekurzív definíciója: egy szimbólum $\sim$; $\sim$ -k egy listája szintén $\sim$. Ilyen alapon a $\sim$ értelmezés nélküli ábrázolási formalizmus, amelynek kezelésére a konkrét alkalmazás értelmezésétől független eljárások definiálhatók ($\rightarrow$ mintaillesztés). A $\sim$ -ban speciális jelölést használnak változók jelölésére (pl. a ? prefixumot). Két $\sim$ illeszthető, ha változóik megfelelő behelyettesítésével azonos alakra hozhatók. Pl. az (A,B,B,C) változó nélküli $\sim$ illeszthető az (A,B,?X,C) $\sim$ -val, ha ez utóbbiban az X szabad változót a B szimbólummal helyettesítik.

mintafelismerés (pattern recognition) – általános értelmezésben érzékelési és kognitív eljárások összessége, amelyek révén a valós v. szimulált világból származó információk feldolgozhatók. Alapvetően kiválasztási, azonosítási, osztályozási, leírási stb. műveletekre vonatkozik. A kiválasztás és azonosítás révén választhatók el azok az információk, amelyek az adott problémamegoldás szempontjából relevánsak: pl. a környezetből származó zajos akusztikus jelből ($\rightarrow$ bemenő mintából) a $\rightarrow$ beszéd felismerés (ill. -megértés) alapját képező foném sorozat kiemelése ($\rightarrow$ jellegkiemelés), ill. a fonémák jellegzetes attribútumainak azonosítása ($\rightarrow$ osztályozás). A kiemelt jellegzetességek alapján, ill. a $\rightarrow$ referenciamintákkal való összevetés révén a releváns információk osztályozhatók,

majd a probléma természetének megfelelően leírhatók. (Szinonimája az alakfelismerés.)

mintaillesztés (pattern matching) – a MI szempontjából olyan eljárás, amely két $\rightarrow$ mintáról eldönti, hogy azok illeszthetők-e (vagyis a szabad változók behelyettesíthetők-e úgy, hogy a behelyettesítés után azonos alakúak legyenek). Pl. az (A ?X ?Y) minta illeszthető az (A kutya emlős) mintával, ha az X változót a "kutya" szimbólummal, az Y változót pedig az „emlős” szimbólummal helyettesítik. A $\sim$ -nek alapvető szerepe van a $\rightarrow$ tudásalapú rendszerekben, két legfontosabb alkalmazása a $\rightarrow$ mintavezérelt visszakeresés, ill. a $\rightarrow$ mintavezérelt aktiválás. Rendes körülmények között $\sim$ -ről akkor beszélnek, ha az érintett két minta közül csak az egyik tartalmaz behelyettesítendő változót. A $\sim$ speciális változatai: a $\rightarrow$ sablonillesztés, amelynél egyik minta sem tartalmaz behelyettesítendő változót, ill. az $\rightarrow$ egyesítés, amelynél mindkét minta tartalmaz változókat.

mintavezérelt aktiválás (pattern-directed invocation) – a $\rightarrow$ mintaillesztés egyik fontos alkalmazása, amelyet a $\rightarrow$ PLANNER programozási nyelv vezetett be. Lényege az, hogy az egyes eljárásokat nem nevük, hanem szerepük alapján aktiválják. Minden eljáráshoz olyan $\rightarrow$ mintát kapcsolnak, amely szimbolikus formában jelöli az illető eljárás tevékenységét. A program döntési pontjaiban a kialakult helyzet és a procedurális adatbázis mintái közötti illesztés határozza meg az éppen aktiválandó eljárást. Így érhető el az eljárásoknak nem előre rögzített sorrendű, hanem adatvezérelt végrehajtása.

mintavezérelt visszakeresés (pattern-directed retrieval) – az $\rightarrow$ asszociatív memória modellezésére használt $\rightarrow$ mintaillesztés a $\rightarrow$ tudásalapú rendszerekben, vagyis információknak nem név (v. számítógépes cím) szerinti, hanem tartalom alapján történő visszakeresése. A $\sim$ fontos alkalmazása pl. a $\rightarrow$ sza-

bálya alapú rendszerekben a megfelelő (alkalmazható) szabály meghatározása: itt a szabályok feltételrészének és a munkamemória tartalmának mintaillesztése révén dönthető el a szabályok alkalmazhatósága.

MI programozási nyelv (AI programming language, AI/PL) – a MI-ra jellemző, alapvetően nem algoritmikus természetű alkalmazások programozására alkalmas, magasszintű programozási nyelv, ill. nyelvtípus. Meghatározó tulajdonsága az, hogy sem $\rightarrow$ szintaxisa, sem $\rightarrow$ szemantikája nem feltételezi a klasszikus $\rightarrow$ Neumann-architektúrát (más kérdés, hogy napjainkban még szinte egyöntetűen ilyen típusú architektúrán kell szimulálni a MI-programokat), s jellegzetesen nem használ értékadó utasításokat. A $\sim$ ek lényegében két alosztályba sorolhatók: az egyik a $\rightarrow$ funkcionális programozást támogató, tkp. a $\rightarrow$ LISP, ill. a LISP-alapú nyelvek családja, a másik az ún. $\rightarrow$ logikai programozás elvére épülő, értékadó képviselője a $\rightarrow$ PROLOG.

modális logika (modal logic) – olyan $\rightarrow$ nemklasszikus logika, amely a szükségesség és lehetőség fogalmakra épül. Bár gyökerei Arisztotelész munkásságáig nyúlnak vissza, modern, formalizált elméletét C. Lewis dolgozta ki a 30-as évek elején. A modális nyelv $\rightarrow$ ábécéje a $\rightarrow$ klasszikus logikában használt ábécének két modális $\rightarrow$ kvantorral való kiterjesztésére támaszkodik ($\rightarrow$ szükség-szerűség kvantor, $\rightarrow$ lehetőség kvantor), s annak megfelelően zérus-, első- v. másodrendű változata lehet. Ha ezt a két kvantort egy „amíg” jelentéssel helyettesítik, lényegében a $\rightarrow$ temporális logikáról lehet beszélni.

modell (model) – 1. A valós világ azon objektumainak rendszere, amelyek bizonyos probléma(kör) megoldásának szempontjából fontosak. Ezen objektumok, ill. a közöttük létező viszonyok (relációk) leírására a $\rightarrow$ metanyelv szolgál. Ha a metanyelv valamilyen természetes nyelv, akkor nemformális $\sim$ ről, ha viszont

$\rightarrow$ formális nyelv, akkor formális modellről beszélnek. A $\sim$ objektumainak természete alapján kétfajta $\sim$ különböztethető meg: a klasszikus $\sim$ objektumai szerkezet nélküli elemek, a nemklasszikus $\sim$ objektumai viszont belső szerkezettel rendelkező rendszerek (esetleg maguk is $\sim$ ek). Ilyen szempontból a $\sim$ et leíró nyelveket is klasszikus, ill. nemklasszikus nyelvekre lehet elkülöníteni. – 2. Tágabb értelemben olyan objektum, amely hasonlít egy másikra (külső vonások, belső szerkezet, működés, viselkedés stb. szempontjából). A hasonlóság természetét a $\rightarrow$ hasonlósági típus fejezi ki, ennek alapján az eredeti objektum tulajdonságait a $\sim$ segítségével vizsgálni lehet. A matematikában az eredeti objektumhoz $\sim$ ként annak matematikai leírását rendelik hozzá, megfogalmazva a lényeges tulajdonságok közötti összefüggéseket.

módosítható vezérlési stratégia (modifiable control strategy) – a $\rightarrow$ vezérlési stratégia olyan típusa, amely képes felismerni egy már alkalmazott $\rightarrow$ produkciós szabályról, hogy az téves lépés volt a feladat megoldása szempontjából. Ilyen helyzetekben képes visszatérni egy korábbi állapothoz, s onnan új irányban keresni a lehetséges megoldást. $\rightarrow$ Heurisztika felhasználásának szempontjából a $\sim$ k két csoportja különböztethető meg: $\rightarrow$ neminformált vezérlési stratégiák, ill. $\rightarrow$ informált vezérlési stratégiák.

módosító szerkezetű nyelvtan (modifier structure grammar, MSG) – a $\rightarrow$ logikai nyelvtanok családjába tartozó formalizmus, tehát a $\rightarrow$ definitklóz nyelvtan kiterjesztésének tekinthető. Alapvető jellegzetessége az, hogy nemszintaktikai (tehát szemantikai, esetleg pragmatikus) információk is kezelhetők, amelyek hozzájárulhatnak a mondat logikai formájának kialakításához. A $\rightarrow$ szintaxisfa átformálhatósága és a szemantikai információk feldolgozása révén olyan mondatformák is elemezhetők, amelyekben a szavak sorrendjének megváltoztatása a

selő „minden” szó hatáskörének értelmezése).

moduláris logikai nyelvtan (modular logic grammar, MLG) – a $\rightarrow$ módosító szerkezetű nyelvtan egyik változata, amely a nyelvtani formalizmuson belül elválasztja a $\rightarrow$ szintaxist a $\rightarrow$ szemantikától.

modus ponens (modus ponens, MP) – az $\rightarrow$ elsőrendű logika egyik legfontosabb $\rightarrow$ következtetési szabálya. Formája

$$\frac{A, A \rightarrow B}{B}$$

értelmezése pedig: ha egy igaz $\rightarrow$ implikációnak igaz a premisszája, akkor a konklúziója (következménye) is igaz.

modus tollens (modus tollens) – az $\rightarrow$ elsőrendű logika egyik $\rightarrow$ következtetési szabálya. Formája

$$\frac{A \rightarrow B, \neg B}{\neg A}$$

értelmezése pedig: ha egy igaz $\rightarrow$ implikációnak hamis a konklúziója (következménye), akkor hamis a premisszája is.

molekuláris formula (molecular formula) – valamely $\rightarrow$ formális nyelv $\rightarrow$ atomai formuláiból a $\rightarrow$ szintaxis szabályai szerint felépített összetett formula ($\rightarrow$ ítélekalkulus, $\rightarrow$ predikátumkalkulus).

mondat (sentence) – az információközlés alapvető nyelvi eszköze, bármely nyelv alapvető szintaktikai kategóriája. G. Frege logikai rendszerében befejezett kifejezés, amely gondolatot fejez ki, információt hordoz. ($\rightarrow$ Formális nyelvekben a $\sim$ megfelelője a $\rightarrow$ formula.)

mondatforma (sentential form) – a $\rightarrow$ generatív nyelvtanokban (pl. $\rightarrow$ formális nyelvtan, $\rightarrow$ mondat szerkezetű nyelvtan, $\rightarrow$ transzformációs nyelvtan stb.) használt fogalom. $\rightarrow$ Terminális és/vagy $\rightarrow$ nemterminális szimbólumok olyan sorozata, amely az illető nyelvtan $\rightarrow$ helyet-

tesítési szabályainak a $\rightarrow$ kezdőszimbólumra való ismételt alkalmazásával állítható elő. Bármelyik $\sim$ előállítható a megelőzőből, ha annak egy nemterminális szimbólumát helyettesítik. A csak terminális szimbólumokból álló $\sim$ t mondatnak nevezik. Egy megadott nyelvtan segítségével előállítható mondatok összessége az illető nyelvtan által meghatározott (generált) nyelv. (Szinonimája a $\rightarrow$ derivált mondat.)

mondatháló (propositional network) – a $\rightarrow$ relációs gráfnak S. C. Shapiro által kidolgozott általánosítása, amely az $\rightarrow$ elsőrendű logika teljes operátorhalmazát implementálta. Lényegében olyan hálószerkezet, amelynek egyes csomópontjai teljes mondatokat is képviselhetnek, így összetett mondatok ábrázolására is alkalmas. Kifejezőereje a logika lineáris jelölésének felel meg, olyan fordítóprogram is készült, amely logikai formulákat kapott bemenetén és szolgáltatott kimenetén, a levezetéseket viszont a hálószerkezeten definiált műveletekkel végezte. A $\sim$ formalizmusát használta S. C. Dik a $\rightarrow$ funkcionális nyelvtan kidolgozásában is.

mondat szerkezetű nyelvtan (phrase structure grammar, PSG) – a természetes nyelvek feldolgozására N. Chomsky által kifejlesztett formalizmus, amely a mondatok hierarchikus szerkezetének fastruktúrával történő ábrázolásán alapszik. Egy ilyen faszerkezet összetevői: a mondatot jelképező gyökércsomópont, a szintaktikai kategóriáknak megfelelő $\rightarrow$ nemterminális szimbólumok, amelyek a fa közbenső csomópontjait címkézik, és a végcsomópontokban (levelekben) ábrázolt szintaktikai egységek (szavak). A $\sim$ tkp. a mondat szerkezetű fák leírására kifejlesztett formalizmus ($\rightarrow$ formális nyelvtan), amelyben a $\rightarrow$ terminális szimbólumokat a lexikális elemek (szavak), a nemterminális szimbólumokat pedig a szintaktikai kategóriák (pl. névszói csoport, igei csoport, főnév, melléknév, ige stb.) képviselik. A

góriák (pl. névszói csoport, igei csoport, főnév, melléknév, ige stb.) képviselik. A helyettesítési v. átíró szabályok segítségével a nemterminálisok úgy írhatók le, mint terminális és/vagy nemterminális szimbólumok sorozatai. Egy-egy nemterminális átírása függhet v. sem az őt körülvevő környezettől ($\rightarrow$ környezetfüggő, ill. $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvtan). (A formális nyelvek vonatkozásában N.Chomsky tkp. 4 nyelvtani osztályt különböztetett meg, a helyettesítési szabályok formájára tett megszorítások alapján: megszorítások nélküli $\sim$, környezetfüggő $\sim$, környezetfüggetlen $\sim$, ill. $\rightarrow$ reguláris $\sim$. Nyilvánvaló, hogy a $\rightarrow$ Chomsky-hierarchiában minden nyelvtani osztály a közvetlen felette álló osztály részhalmaza.) A $\sim$ meghatározó szerepet játszott a $\rightarrow$ transzformációs nyelvtanok elméletének ugyancsak N. Chomsky általi kidolgozásában, ugyanis a $\rightarrow$ transzformációk lényegében fastruktúrákon működnek.

mondatszimbólum (sentence symbol) – $\rightarrow$ formális nyelvtan kitüntetett szerepű $\rightarrow$ nemterminális szimbóluma, amelynek legalább egyszer meg kell lennie önmagában legalább egy $\rightarrow$ helyettesítési szabály bal oldalán. A $\sim$ ből származtathatónak kell lennie bármely, adott nyelvhez tartozó szimbólumsorozatnak (mondatnak). (Szinonimái a $\rightarrow$ kezdőszimbólum, ill. az $\rightarrow$ axióma.)

monoton logika (monotonic logic) – olyan $\rightarrow$ logikai rendszer, amelyben az előfeltételek számának növekedése nyomán a levezethető következmények száma legalább nem csökken (de rendszerint nő). Más megközelítésben: ha a C tétel az S nem ellentmondó tételhalmazból származtatható, akkor származtatható marad az S' nem ellentmondó tételhalmazból is, amelyet az S nem ellentmondó bővítéseként állítottak elő. Ez azt jelenti, hogy a $\sim$ rögzített, ellentmondásmentes tény- és szabályhalmazból indul ki, a következtetések során pedig

az igaz állítások száma egyre növekszik (szemben a $\rightarrow$ nemmonoton logikával).

Montague-nyelvtan (Montague grammar) – természetes nyelvek $\rightarrow$ szintaxisának és $\rightarrow$ szemantikájának együttes kezelésére a 70-es évek elején kidolgozott formalizmus. R. Montague az angol nyelv egy részhalmazát $\rightarrow$ formális nyelvként definiálta, s arra dolgozott ki olyan elméletet, amely addig megoldatlan szemantikai problémákra is adott megoldást. Kiinduló álláspontja az volt, hogy a természetes nyelvi szerkezetek átírhatók az intenzionális logika szintaktikai struktúráiba, s így azok modellezhetők az intenzionális logikában. Bár csak korlátozott szókincsre és szintaxisra vonatkozott, a $\sim$ fontos elméleti eredményeket hozott, s széles körben elterjedt. A szintaxist elemzési fákkal, a szemantikát pedig logikai szabályrendszerrel ábrázolja ($\rightarrow$ Montague-szemantika).

Montague-szemantika (Montague semantics) – a természetes nyelvek $\rightarrow$ szemantikájának kezelésére R. Montague által kidolgozott, logikai alapokra (tkp. intenzionális logikára) épülő elmélete. Két alapvető jellemzője az igazságfeltételezés és a modelleméleti jelleg. Az első lényegében azt jelenti, hogy a mondat jelentésén azoknak a feltételeknek szükséges és elégséges halmazát érti, amelyek alapján a mondatot igaznak, ill. a valós világra vonatkozóan megfelelőnek tartják. A modelleméleti jelleg arra vonatkozik, hogy formális matematikai modellt alkalmaz a nyelvészeti elemek és azok jelentése közötti kapcsolat megállapítására. A szemantikai objektumok a modell elemei, s rajtuk halmazelméleti struktúrákat definiálnak. A modell nem csak az aktuális világra, hanem egy tetszőleges időpontban tetszőlegesen választott világra vonatkozik. Montague rendszere szintaktikai és szemantikai szabálpárosok halmazára épül, s valahányszor egy szintaktikai szabály alkalmazható, a neki megfelelő szemantikai szabály is alkalmazható.

mozgáselemzés (motion analysis) – a látás számítógépes modellezésének jellegzetes eljárása, amely a megfigyelőnek a környezetéhez viszonyított elmozdulását vizsgálja. A mozgó →robotok, ill. az ipari folyamatok dinamikus monitorizálása szempontjából alapvető eljárás, amely a szilárd testek háromdimenziós, időfüggő helyzetváltoztatásait elemzi. Maga az elmozdulás két alapvető összetevőre bontható: egy T lineáris eltolásra, és egy R forgatásra. Így a ~ problémája úgy is megfogalmazható, mint T és R paramétereinek vizsgálata a t12 időpillanatokban. A probléma megoldása elvileg abban áll, hogy a kép jellegzetes pontjainak kiemelése után visszakeresik őket az új helyzetben (legegyszerűbb módszere a →sablonillesztés). A pontokra alapozott eljárás a kép zajos (v. torzított) jellege, v. a mintavételezési eljárás pontatlansága miatt sokszor nem ad kielégítő eredményt, ezért inkább jellegzetes egyenesek elmozdulására alkalmazzák a ~ módszerét, sőt jellegzetes síkgörbék is használhatnak. A megfelelő elemek elmozdulásának elemzésére geometriai és optikai egyenletek egyaránt használhatók. A ~nek két alapvető változata ismeretes: monokuláris változata egy darab kétdimenziós érzékelőt használ (pl. tv-kamerát), binokuláris változata pedig két érzékelő által biztosított sztereo látásra támaszkodik. Bonyolódik a feladat akkor, amikor egyszerre nem egy objektum mozdul el a képen, v. ha az elmozduló objektumok nem tekinthetők szilárdaknak.

munkatábla-rendszer (blackboard system) – különböző típusú →ismeretforrások együttműködésén alapuló feladat-

megoldó módszer. Maga a munkatábla olyan globális adatbázis, amelyen keresztül információt cserélhetnek a különböző ismeretforrások, ezek működését pedig központi ütemező hangolja egybe. Jelentősége elsősorban abban áll, hogy megfelelő architektúrát jelent párhuzamos folyamatok vezérlésére, s egyben lehetővé teszi (a különböző ismeretforrások ütemezett aktivizálásával), hogy az egyébként inkompatibilis szabályrendszereket (→produktions rendszereket) egyetlen heterogén rendszerbe lehessen integrálni. Sikeresen alkalmazták pl. a →beszédmegértő rendszerekben (→HEARSAY-II).

MYCIN – a 70-es évek közepén kidolgozott, orvosi diagnosztikára szakosított →szakértőrendszer. E. H. Shortliffe és munkatársai fejlesztették ki a Stanford Egyetemen, a vér fertőző betegségeinek felismerésére, ill. a gyógyszeres kezelésre vonatkozó tanácsadásra. Alapvetően →szabályalapú rendszer (tkp. az első ilyen típusú rendszerek egyike), →ismeretbázisa kb. 500 →produktions szabályra épül, amelyen →visszaláncolás típusú →következtető gép működik. Problémamegoldási stratégiája →valószínű következtetés, az ismeretek bizonytalanságának jellemzésére bevezette a →bizonyossági tényező fogalmát. A ~ alapvető újítása a →magyarázat, amely képes megokolni a logikai következmények származását, alapját. A ~ fejlesztése alatt szerzett széleskörű tapasztalatok alapján, →EMYCIN néven, területfüggetlen →keretrendszert is előállítottak szabályalapú szakértőrendszerek fejlesztésére.

N

naiv fizika (naive physics) – a $\rightarrow$ köznapis tudás szerves része, mindazon ismeretek összessége, amelyek a környező fizikai világra vonatkoznak. Azokra a tapasztalati megfigyelésekre támaszkodik, amelyek alapján az emberek köznapis értelemben magyarázzák, leírják, ill. előrelátják a valós világban lezajló változásokat. Tkp. a $\sim$ képezi a $\rightarrow$ térbeni, ill. $\rightarrow$ időbeni következtetés alapját, következőképpen számítógépes modellezése alapvetően szükségszerű a mesterséges intelligens rendszerek megvalósításában.

naplóalapú rendszer (agenda-based system) – olyan $\rightarrow$ tudásalapú rendszer, amelyben a következtetési lépések vezérlése explicit adatstruktúra, az ún. napló alapján történik. Ez olyan speciális adatstruktúra, amely a problémamegoldás során végrehajtandó résztvevőket tartalmazza. A napló tartalmazhat előre rögzített v. más tevékenységek végrehajtásának mellékhatásaként meghatározott tevékenységeket. $\rightarrow$ Szabályalapú rendszerekben pl. egyes szabályok végrehajtása nyomán helyezhetők el új tevékenységek a naplóba. A napló tartalma a következtetési eljárás alatt átrendezhető, változtatható (pl. egyes, időközben feleslegesnek bizonyult tevékenységek törölhetők is). Az egyik első ilyen jellegű rendszer a $\rightarrow$ DENDRAL $\rightarrow$ szakértőrendszer volt.

negáció (negation) – olyan $\rightarrow$ logikai művelet (ill. egyargumentumú $\rightarrow$ logikai függvény), amelynek értéke mindig az argumentum ellentettje. Ha P $\rightarrow$ ítélet, akkor a $\sim$ jelölése $\neg P$ („nem P ”), $\rightarrow$ igazságtáblázata pedig:

P	$\neg P$
0	1
1	0

(Szinonimája a $\rightarrow$ tagadás.)

negamax eljárás (negamax procedure) – $\rightarrow$ kétszemélyes teljes információjú játékokban a soron következő játékos legjobb következő lépésének kiválasztására használt, az általános $\rightarrow$ minimax tétel alkalmazásán alapuló eljárás. Lényegében a $\rightarrow$ minimax eljárás olyan számítási változata, amely az ellenfelek eltérő érdekeit a $\rightarrow$ statikus kiértékelő függvény visszaterjesztett értékeinek ($\rightarrow$ visszaadott értékeknek) eltérő előjelével juttatja kifejezésre. Így az állásokat minősítő értékek a $\rightarrow$ játékfaban szintenként előjelet változtatnak, s a legjobb első lépés mindig maximumképzéssel határozható meg.

negatív példa (negative example) – valamely nyelv $\rightarrow$ ábécéjének alapján képzett füzér, amely a nyelv szempontjából nem $\rightarrow$ jólképzett füzér. A fogalmat E. M. Gold vezette be a $\rightarrow$ nyelvtani következtetés elméletében. Formális meghatározása szerint egy olyan $\langle w, 0 \rangle$ páros, amelyben a w az adott nyelvhez nem tartozó füzér.

négyesfa (quadtree) – $\rightarrow$ kvadrátikus fa

nemdeterminisztikus véges állapotú automata (non-deterministic finite-state automaton, NFA) – a $\rightarrow$ véges állapotú automata olyan változata, amelynél az aktuális állapot és a beolvasott szimbólum több következő állapotot is meghatározhat. Irányított gráffal történő ábrázolásnál ez abban nyilvánul meg, hogy létezik legalább egy olyan csomópont, amelyből két v. több azonosan címkézett él indul ki. Bizonyítottan létezik egy olyan algoritmus, amely bármelyik $\sim$ t képes átalakítani egy vele ekvivalens, minimális állapotszámú $\rightarrow$ determinisztikus véges állapotú automatává.

nemdeterminisztikus veremautomata (non-deterministic push-down automaton) – olyan $\rightarrow$ veremautomata, amelynek következő lépése nem határozható meg determinisztikus módon. A $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvek felismerésére alkalmas.

nemfélrevezető válasz (non-misleading answer) – tudásalapú →kérdés-válasz rendszerek által szolgáltatott olyan →helyes válasz, amely nem hordoz a kérdező gondolatmenetében félrevezetést okozható információkat. Az első látásra triviálisnak tűnő problémának komoly következményei lehetnek a konkrét rendszerek tervezésénél, éppen az →ismeretbázis korlátozott természetéből adódóan. Pl. a „Hol van egyetem Magyarországon?” kérdésre adott lehetséges válasz: „Budapesten, Debrecenben.” a kérdezőben könnyen azt a benyomást keltetheti, hogy az országban csak két egyetem létezik. Ezekkel a problémákkal a →kérdések logikája foglalkozik.

neminformált keresés (uninformed search) – →teljes körű keresés

neminformált vezérlési stratégia (uninformed control strategy) – olyan →vezérlési stratégia, amely az alkalmazható →produkciós szabályok közüli választáskor előre rögzített szempontok szerint hozza döntéseit, ill. nem használ a megoldandó problémára vonatkozó specifikus ismereteket (→heurisztikát).

nemklasszikus logika (non-classical logic) – olyan →logikai rendszer, amely nemklasszikus →modellre épül. Egy ilyen modell alapvető jellegzetessége, hogy elemei belső szerkezettel rendelkező, összetett objektumok, általános esetben maguk is klasszikus modellek. A legegyszerűbb ~t az időben változó, dinamikus jelenségek modellezésére dolgozták ki (→temporális logika), ill. olyan jelenségek modellezésére, amelyeket „szükségszerű, hogy...”, „lehetséges, hogy...”, „lehetetlen, hogy...” stb. formájú kijelentések írnak le (→modális logika). Ez utóbbinak egy változata a „kötelező, hogy...”, „szabad, hogy...” formájú, morális vonatkozások modellezésére szolgál (→deontikus logika). A tudás és vélemény (hit) fogalmakra épülő ~ az →episztemikus logika.

nemkronologikus visszalépegetés (non-chronological backtracking) – a

→kronologikus visszalépegetés hátrányait valamilyen módszerrel javító eljárás. Alapelve az, hogy igyekszik a kifejtési láncban valamilyen globális optimumot is figyelembe venni, v. olyan mélyre visszalépni, ahonnan újra siker reményében lehet folytatni a célvezérelt eljárást. Az egyik legegyszerűbb módszer a kipróbálásra kerülő lehetőségek sorrendjének megváltoztatása. Sok feladattípusnál a kipróbálásra szánt lehetőségek dinamikus, előre felbecsült sorbaállításával jelentős hatékonyságnövekedés érhető el. Egy másik módszer bizonyos kényszerek terjesztésével igyekszik kiküszöbölni azoknak a lehetőségeknek a (felesleges) kipróbálását, amelyek valószínűleg nem vezetnek eredményre. A →függőségvezérelt visszalépegetés a helyi optimumok mellett valamilyen globális optimumkritériumot is szem előtt tart a lehetőségek vizsgálatánál, s azonnal visszalép, ha a pillanatnyi állapot ellentmondásba kerül az optimális céllal. Az →intelligens visszalépegetés a →heurisztika elemeinek beépítésével igyekszik a még eséllyel rendelkező mélységig visszalépni a megoldáskereső eljárásban.

nemmódosítható vezérlési stratégia (non-modifiable control strategy) – a →vezérlési stratégia olyan típusa, amely minden lépésnél végérvényesen megfelelőknek tételezi fel a végrehajtásra kiválasztott →produkciós szabályt. →Visszalépegetésre, módosításra, ill. próbálkozásokra nincs lehetőség. A globális adatbázis a megoldandó feladat mindenkor aktuális állapotát tartalmazza. Nem megfelelően választott produkciós szabály így helyrehozhatatlan változásokat okozhat az adatbázisban, s a megoldási eljárás zsákutcába juthat. Elsősorban a hagyományos adatfeldolgozási feladatokra jellemző, a MI területén ritkán alkalmazzák, s csak olyan feladatoknál, amelyeknél minden helyzetben egyértelműen kiválasztható a megfelelő szabály.

nemmonoton következtetés (non-monotonic reasoning) – a →következte-

tés azon típusa, amely figyelembe veszi azt a tényt, hogy a $\rightarrow$ tudás a valós világnak csak viszonylagos visszatükrözése: az ismeretek tkp. többé-kevésbé hiányosak, s új információk tükrében egyes információk elavulnak. E jelenségek az egyén, ill. a társadalom szintjén egyaránt megfigyelhetők: a fejlődés során a tudás állandóan bővül, finomodik. Ilyen körülmények között a klasszikus $\rightarrow$ monoton logika törvényei nem mindig vezetnek megfelelő következményekhez. A MI-kutatások megpróbálták körülhatárolni azokat a tipikus körülményeket, amikor nem lehet monoton rendszert alkalmazni. Az egyik ilyen terület az ún. $\rightarrow$ köznapi tudásra vonatkozik, ahol olyan fogalmakkal kell dolgozni, amelyek nem foglalhatók pontos $\rightarrow$ axiómarendszerekbe ($\rightarrow$ köznapi következtetés). A $\rightarrow$ kognitív pszichológia vizsgálódásai azt mutatják, hogy az ember elfogadható következtetéseket végez még hiányzó ismeretek alapján is, tudásában fellelhető réseit rendszerint nem bizonyított általánosításokkal pótolva ($\rightarrow$ alapértelmezett következtetés). A valós világ állandóan változó jellege a MI ún. $\rightarrow$ keretproblémájában jut kifejezésre, amelyre az $\rightarrow$ igazságkarbantartás próbál módszert adni. A valós világra vonatkozó bizonytalan ismeretek kezelésére a $\rightarrow$ valószínű következtetés fogalmi rendszere ad keretet.

nemmonoton logika (non-monotonic logic, NML) – olyan $\rightarrow$ logikai rendszer, amelyben az előfeltételekből törölni lehet időközben elavultnak bizonyult elemeket, ill. új igaz tényeket lehet bevinni. Ilyenkor biztosítani kell az $\rightarrow$ ismeretbázis ellentmondásmentességét, mivel a törölt állítás(ok) érvénytelenné vált következményeit is törölni kell. Az egyik első ilyen rendszert D. McDermott javasolta a 80-as évek elején, aki bevezette az M modális operátort a klasszikus $\rightarrow$ elsőrendű logikába. Mp intuitív jelentése: p deduktívan konzisztens (teljesül), ha az adott $\rightarrow$ axiómarendszer alapján p nem bizonyítható. Ilyen alapon a következtetési

lánccban olyan általánosítás is használható, mint pl. „a madarak (általában) repülnek”, tekintettel arra, hogy az M operátor felhasználásával kb. így fejezhető ki: „ha X madár, és nincs olyan információ, ami ellentmondana, akkor X repül” ($\rightarrow$ alapértelmezett következtetés).

nemterminális szimbólum (non-terminal symbol) – a $\rightarrow$ formális nyelvek elméletében a nyelvtani osztályokat (kategóriákat) képviselő szimbólumok. A ~ nem jelenik meg mint olyan a nyelvek mondataiban, csak a $\rightarrow$ generatív nyelvtan szabályai szerint előállított $\rightarrow$ mondatformák generálásánál (képzésénél) egy-egy lépés azonosítására szolgál. A ~ok halmazának van egy kitüntetett szerepű eleme, a $\rightarrow$ kezdőszimbólum (v. $\rightarrow$ mondat-szimbólum), amelyből a nyelvet generáló nyelvtan $\rightarrow$ helyettesítő szabályai alapján eljutnak az illető nyelvhez tartozó bármelyik mondatformához, ill. mondat-hoz. A természetes nyelvek viszonylatában a ~ok olyan nyelvtani kategóriáknak felelnek meg, mint: mondat (rendszerint ez a kezdőszimbólum), névszói csoport, igei csoport, határozói szerkezet, alany, állítmány, főnév, ige, határozó stb. (Szinnonimája a $\rightarrow$ nyelvtani változó.)

Neumann-architektúra (von Neumann architecture) – a napjainkig gyakorlatilag egyeduralkodó digitális számítógépek alapjául szolgáló, az ún. Neumann-elvet megvalósító elméleti modell, amelyet szerzője (A. W. Burks és H. H. Goldstein közreműködésével) 1947-ben közzétett munkájában hozott nyilvánosságra. A Neumann-elv központi meghatározásai az adatokkal együtt tárolt vezérlőprogram, az utasításvezérlés és a szekvenciális végrehajtás. A ~et megvalósító architektúra alapvető funkcionális jellemzői: a központi vezérlőegységet és az alapvetően lineáris operatív memóriát magában foglaló központi egység; az egyszintű fizikai címtartomány; a centralizált szekvenciális vezérlés (a tárolt program alapján); az alacsony szintű gépi nyelv.

neuronháló (neural network) – az agy (ill. az idegsejtek) működését modellező, „mesterséges neuronokból” felépülő, párhuzamos működésű architektúra, amelynek első, legismertebb képviselője a $\rightarrow$ perceptron. A szekvenciális szimbólumkezelés elvével szakító, új irányzatot elindító elképzelés az volt, hogy az egymást kölcsönösen serkentő, ill. gátló elemek hálózata minőségileg új, kollektív tulajdonságokkal fog rendelkezni: robusztus, hibatűrő, rugalmas, a környezetéhez könnyen alkalmazkodó, a zajos, bizonytalan információkat is feldolgozni képes, erősen párhuzamos működésű rendszer lesz. Alapvető jellegzetessége, hogy a kívánt feladatok megoldásához szükséges információkat (ismereteket) tanulás útján szerzi be. A $\rightarrow$ mintafelismerés, ill. a tanulás bizonyos formáinak sikeres modellezésén alapuló kezdeti lelkesedés, majd rövid megtorpanás után, a ~ a modern $\rightarrow$ konnektivizmus irányzatának elméleti alapjául szolgált. (Szinonimája a $\rightarrow$ mesterséges neuronháló.)

NON-VON architektúra (NON-VON architecture) – a 80-as évek közepén a Columbia Egyetemen kifejlesztett, igen magas szintű párhuzamos számítógép-architektúra. Alapvető jellegzetessége a párhuzamos aktív memória, amely az ún. aktív memóriamorzskára épül (kis helyi memóriával, szerény utasításkészlettel, viszont igen gyors beviteli/kiviteli kapukkal ellátott elemi processzor, alkalmazásorientált VLSI morzsában implementálva). Ezek $\rightarrow$ bináris fa jellegű struktúrába szervezhetők, amelyben a levélcsomópontok is össze vannak kapcsolva, így kétdimenziós ortogonális hálót képeznek. Ilyen alapon minden csomópont (a gyökér-, ill. a levélcsomópontok kivételével) három „szomszédjával” áll kapcsolatban: a szülővel, és a bal, ill. a jobb utóddal. Az egész háló egy vezérlő számítógép felügyelete alatt működik, amely a párhuzamosan végezhető feladatok szétosztásáért felelős. A ~ elsősorban $\rightarrow$ szabályalapú rendszerek implementá-

lására alkalmas, amelyeknél igen hatékonyan kihasználható a magas fokú párhuzamosság.

normálalakú nyelvtan (normal-form grammar) – a $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvtan speciális változata, amely a gyakorlati $\rightarrow$ szintaktikai elemzésben játszik fontos szerepet. Lényegében $\rightarrow$ konkrét szintaxisként alkalmazható olyan $\rightarrow$ ekvivalens nyelvtan, amely a $\rightarrow$ helyettesítési szabályoknak csak egy bizonyos formáját engedélyezi anélkül, hogy megsértené a környezetfüggetlenség meghatározó szabályait ($\rightarrow$ Chomsky-hierarchia). A két legfontosabb ~ a $\rightarrow$ Chomsky-normálalak, ill. a $\rightarrow$ Greibach-normálalak néven ismertek.

normalizálás (normalization) – a $\rightarrow$ mintafelismerésben használt, előfeldolgozási eljárás, amely a mért mennyiségek bizonyos határokon belüli változásait kiküszöböli, hogy azok a későbbi osztályozást ne befolyásolhassák. (Ellenkező esetben ún. $\rightarrow$ robusztus elemzésre volna szükség.) A ~ lényegében olyan tulajdonságok kiküszöbölését is jelenti, amelyek a konkrét felismerési eljárásban nem játszanak szerepet. Pl. a $\rightarrow$ karakterfelismerésben a karakterek mérete, a kiejtett szavak felismerésében a kiejtés időtartama, a képfelismerésben a megvilágítás erőssége stb. ilyen tulajdonságok.

nulladrendű logika (zero-order logic) – $\rightarrow$ ítéletek logikája

nulladrendű predikátumkalkulus (zero-order predicate calculus) – $\rightarrow$ ítéletkalkulus

nullaösszegű játék (zero-sum game) – $\rightarrow$ játék, $\rightarrow$ kétszemélyes teljes információjú játék

numerikus taxonómia (numerical taxonomy) – az általános $\rightarrow$ taxonómia egyik változata, amely a számítógépes modellezés szempontjából különleges jelentőségű. A valós világ objektumait attribútum-érték párokkal ábrázolja, s úgy tekint rájuk, mint egy n-dimenziós tér pontjait. Két objektum v. osztály hasonlósági

mértékét e tér két pontja közötti metrikus távolság jellemzi. A taxonomikus hierarchia felépítésében olyan módszereket használnak, amelyek maximálják az osztályon belüli, ill. minimálják az osztályok közötti hasonlóságot. A módszer hátránya, hogy az osztályoknak csak extenzi-

onális (felsorolásos) definícióját teszi lehetővé ($\rightarrow$ extenzió), ami a számítógépes modellezésben könnyen $\rightarrow$ kombinatorikus robbanáshoz vezethet. E megállapítás alapján R. Michalski és R. Stepp a ~ helyett a $\rightarrow$ fogalmi taxonómiát ajánlotta a MI-kutatások célpontjába.

NY

nyalábolt keresés (beam search) – az $\rightarrow A^*$ keresés egyik módosított változata, amelynél a $\rightarrow$ költségfüggvény kiszámítása útján sorbarendeztett csomópontok közül csak egy meghatározott számút vesznek figyelembe. A módosítás célja az A^* algoritmus térkomplexitásának csökkentése, viszont megtörténhet, hogy a (mindig) megtalált megoldás nem az optimális. Ez annak köszönhető, hogy az OPEN listára felvett csomópontok közül pontosan az optimális megoldáshoz vezető csomópont eshet kívül a figyelembe vett csomópontok halmazán. A $\sim$ -nek heurisztikus változata is ismert, ahol a figyelembe vett csomópontok halmazát a $\rightarrow$ heurisztika ismérvei alapján határozzák meg. Egyik legfontosabb alkalmazási területe a $\rightarrow$ beszédfelismerő rendszerek, amelyekben meghatározott küszöbértékek alatti elemeket egyszerűen eltávolítanak a keresési térből. A $\sim$ másik nagy előnye, hogy igen alkalmas párhuzamos feldolgozásra, ugyanis a nyalábhoz tartozó csomópontok kiértékelését párhuzamosan működő, önálló processzorokra lehet bízni. Hasonló kísérleti modelleket szintén a beszédfelismerésben alkalmaztak.

nyelvelsajátítás (language acquisition) – a $\rightarrow$ gépi tanulás modellezésének egyik részterülete, amely sok szempontból átfedi a $\rightarrow$ számítógépes nyelvészetet. Két alapvető irányzata van. Az egyik a $\rightarrow$ formális nyelvek elsajátítására próbál elméleti modellt kidolgozni, s a $\sim$ -t inkább mérnöki szempontból közelíti meg, a másik a gyermek $\sim$ -i készségének tanulmányozására végzett $\rightarrow$ kognitív modellezés. Az első irányzat N. Chomsky $\rightarrow$ generatív nyelvtanára, ill. $\rightarrow$ transzformációs elméletére támaszkodik. Feltételezi egy általános nyelvtan létét, amelynek csak változatai a természetes nyelvtanok. A kisgyerek tehát a $\rightarrow$ köznapi tudás keretében (nyelvtani ismeretek nélkül) tkp. az ún. $\rightarrow$ mélyszerkezeteket sa-

játítja el, s ezeket alakítja a környezetében hallott $\rightarrow$ felszíni szerkezetek formájára. A fejlődés során az univerzális nyelvtant újabb és újabb, egyre nyelvspecifikusabb szabályokkal egészíti ki, s lényegében ez a folyamat a $\sim$. A kognitív irányzat elsősorban a pszicholingvisztikai megfigyelésekre támaszkodik. A kisgyerek először izolált szavakban, majd nyelvtani szerkezet nélküli szócsoportokban fejezi ki közölnivalóját (ezt nevezi a szakirodalom $\rightarrow$ táviratos beszédnek). Másik megfigyelés arra vonatkozik, hogy az első mondatok igen gyakran mutatnak nyelvtani hibákat (pl. főnevek többesszáma, igék múlt idejű formája stb.). Ebből kiindulva a kognitív modell először egy szűkkörű tudásbázisra korlátozódik, amely csak a kisgyerek hibás felszíni szerkezeit képes reprodukálni, majd tanulási módszerek modellezésével próbál eljutni a tényleges nyelvtudásig. Ez az irányzat elsősorban R. C. Schank $\rightarrow$ fogalmi függőség elméletére támaszkodik, fogalmakat ábrázol, s ezekhez kapcsol lexikális elemeket.

nyelvi kompetencia (linguistic competence) – N. Chomsky elméletének központi fogalma, a „kompetencia-performancia” páros összetevője, amely adott nyelvre jellemző strukturális kapcsolatokra vonatkozik. A $\sim$ teszi lehetővé, hogy az ember mondatok végtelen sokaságát hozhassa létre, s olyan mondatokat is megértsen, amelyeket azelőtt sohasem hallott. Összefoglaló megnevezése mindazoknak a szabályoknak, amelyek összekötik a hangokat a betűkkel (hangtan v. fonológia), a betűket a morféimakkal (alaktan v. morfológia), a szavakat a mondatokkal ($\rightarrow$ szintaxis), ill. a mondatokat a jelentéssel ($\rightarrow$ szemantika). Más megközelítésben: az adott nyelvet leíró nyelvtan (grammatika) tkp. az ideális $\sim$ egy modellje. N. Chomsky transzformációs ($\rightarrow$ standard) elméletében valamely mondat generálása a $\rightarrow$ mélyszerkezetet előállító mondat szerkesztő szabályok alkalmazásával kezdődik. A lexikális sa-

bályok segítségével a lexikon alapján szavakat képeznek, s ezekből épül fel a mélyszerkezet. Ezután következik a →felszíni szerkezet előállítása a mélyszerkezet alapján és a transzformációs szabályok alkalmazása révén. Ezen a szinten a szintaktikai elemek a szintaxis szabályai szerint rendeződnek. A szemantikai szabályok alapján értelmezhető és ábrázolható a mondat jelentéstartalma. A beszélt mondat generálása még egy lépést tartalmaz, amikor a felszíni szerkezetet a fonológia szabályai szerint a mondat hangzó ábrázolásává alakítják. A leírt eljárás fordított irányban is működhet, mint elemző mechanizmus: ez a (beszélt v. írott) karaktersorozatokból kiindulva jut a mélyszerkezet előállításához. A ~t sokszor a beszélő ember nyelvi tudásaként értelmezik (→nyelvi performancia).

nyelvi performancia (linguistic performance) – N. Chomsky elméletének központi fogalma, a „kompetencia-performancia” páros összetevője, amely az adott nyelv konkrét körülmények közötti gyakorlati használatára, pontosabban használati képességére vonatkozik. Hatáskörébe tartoznak a nyelvi megnyilatkozások tényleges létrehozását és megértését leíró generáló, ill. elemző modellek. Elmélete elsősorban a következő kérdésekre keres választ: Hogyan dolgozik a nyelvi processzor a mentálisan ábrázolt nyelvtan alapján? Melyek azok a nyelvtani szintek (→mélyszerkezet, →felszíni szerkezet), amelyek alapvetően befolyásolják a feldolgozást? Melyek a nyelv megértésének, ill. generálásának fő összetevői? A generatív nyelvészet képviselői a komplex nyelvi jelenségeket (pl. önbeágyazást) a nyelvtan, ill. a nyelvi processzor kölcsönhatása alapján vizsgálják. A nyelvtan által elfogadott szerkezeteket grammatikusoknak (→jólképzett mondatoknak), az elvetetteket agrammatikusoknak nevezik. A grammatikusak közül viszont a nyelvi processzor bizonyos szerkezeteket elvet,

éppen a ~ véges jellegének köszönhetően. Így pl. a 3 szintnél mélyebb önbeágyazó szerkezeteket a legtöbb processzor (lényegében ember) elveti, bár nyelvtani szempontból teljesen grammatikusak (→nyelvi kompetencia).

nyelvtan (grammar) – általános értelemben véges számú szabály olyan rendszere, amely képes leírni egy nyelvet, ill. képes kifejezni valamely nyelvben megnyilvánuló törvényszerűségeket. Más megközelítésben a ~ a nyelvi jelenségek kezelésére alkalmas →modell. Két fő típusa különböztethető meg: az elemző ~, ill. a generáló ~. Az első arra alkalmas, hogy tetszőleges jelsorozatról eldöntse, hogy az az adott nyelvhez tartozik-e v. sem, a második pedig arra, hogy az adott nyelvhez tartozó sorozatokat (és csakis azokat) előállítsa. Egy nyelv leírására elvileg két módszer adódik. Az első mindazoknak a füzéreknek (mondatoknak) a felsorolása, amelyek a nyelv ábécéjéből alkothatók, majd azoknak a kiválasztása, amelyek ténylegesen a nyelvhez tartoznak. Ezek száma azonban végtelen, a módszer tehát gyakorlatilag kivitelezhetetlen. A másik módszer a nyelvhez tartozó füzérek leírása, ill. a leírást adó szabályok azonosítása. E módszer testesül meg tkp. a napjainkban egyeduralkodónak tűnő →generatív nyelvtanban, ill. annak matematikai apparátussal kezelhető formájában, a →formális nyelvtanban. Más megközelítésben a ~ olyan absztrakt gépnek is tekinthető, amely képes elfogadni v. generálni valamely nyelvhez tartozó füzereket (→automata). Ugyanazt a nyelvet több ~ is leírhatja (generálhatja), ezeket →ekvivalens ~oknak nevezik. A közöttük fennálló kapcsolat →gyenge ekvivalencia, ill. →erős ekvivalencia lehet.

nyelvtani funkció (grammatical function) – az a szerep, amelyet egy szintaktikai kategória a →mélyszerkezetben betölt (pl. alany, állítmány stb.).

nyelvtani konstans (grammatical constant) – →terminális szimbólum

nyelvtani következtetés (grammatical inference) – az $\rightarrow$ induktív következtetés részterülete. E. M. Gold dolgozta ki a természetes nyelvtanok elsajátításának modellezésére. N. Chomsky $\rightarrow$ formális nyelvtanára támaszkodik, s így a szemantikai összetevő elhagyásával csak a $\rightarrow$ szintaxisra összpontosít. Elfogadja a nyelvek halmazelméleti osztályozását ($\rightarrow$ rekurzívan felsorolható nyelv, $\rightarrow$ rekurzív nyelv), s annak alapján vezeti be a $\rightarrow$ pozitív példa, a $\rightarrow$ negatív példa, ill. a $\rightarrow$ teljes leírás és a $\rightarrow$ pozitív leírás fogalmakat. Modellje alapján arra a következtetésre jut, hogy a nyelvek igen széles osztálya azonosítható a teljes leírás alapján (köztük a $\rightarrow$ reguláris nyelvek, a $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvek és a $\rightarrow$ környezetfüggő nyelvek), viszont nem építhető olyan gép, amely csak a pozitív leírás alapján helyesen azonosítaná legalább a reguláris nyelveket.

nyelvtani változó (grammatical variable) – $\rightarrow$ nemterminális szimbólum

nyerő stratégia (winning strategy) – stratégiai $\rightarrow$ játékokban használt olyan algoritmus, amelyet követve győzelmet, de legalábbis döntetlent biztosító lépések sorozatát lehet meghatározni. A $\rightarrow$ két-személyes teljes információjú játékokban bizonyíthatóan mindig létezik $\sim$, ha kizárt a döntetlen végállás. Az ilyen típusú játékokat rendszerint fastruktúrával ábrázolják ($\rightarrow$ játékfa), amely, figyelembe véve a játékok jellemzőit, $\rightarrow$ ÉS/VAGY gráffal ($\rightarrow$ ÉS/VAGY fával) azonosítható (ha a játékot szigorúan az egyik játékos szemszögéből tekintik). Ha a teljes fa létrehozható, s annak tényleges mérete elemezhető, akkor egyértelműen megállapítható a nyerő játékos (pl. a csomópontok megfelelő címkézésével). A legtöbb játék azonban igen terebélyes fával ábrázolható (pl. a sakk is ilyen), így egy

lépés megtételéhez nincs mód az egész játékfa kiértékelésére. Az ilyen esetekben a játékfa egy részének kiértékelése alapján határozzák meg a soron következő játékos legkedvezőbb következő lépését ($\rightarrow$ minimax eljárás, $\rightarrow$ negamax eljárás, $\rightarrow$ alfa-béta visszametszés).

nyitott mondat (open sentence) – névvel behelyettesíthető $\rightarrow$ individuum-változókat tartalmazó (kijelentő) mondat. Információtartalma határozatlan a tényleges behelyettesítésig, tehát izoláltan nem hordozhat információt. Ennek kiküszöbölésére viszont a $\sim$ -ot kvantifikálni lehet annak feltételezésével, hogy a $\sim$ a változók minden megengedett értékére ($\rightarrow$ univerzális kvantifikáció) v. legalább egy megengedett értékére ($\rightarrow$ egzisztenciális kvantifikáció) igaz. A kvantifikáció hatáskörébe eső változót $\rightarrow$ kötött változónak, az ezen kívül esőt pedig $\rightarrow$ szabad változónak nevezik. Természetesen csak az utóbbi tekinthető névvel behelyettesíthetőnek.

nyitott rendszer (open system) – a MI-kutatások szempontjából minden olyan rendszer, amely minőségj fejlődésre képes, vagyis az állandóan változó valós világból szerzett információk alapján átértékelheti addigi ismereteinek, véleményeinek helytállóságát, tehát tanulásra képes (szemben az olyan rendszerekkel, amelyek a $\rightarrow$ zártvilág-feltételezésen alapultak).

nyolcasfa (oct-tree) – $\rightarrow$ oktális fa

nyomelmélet (trace theory) – a $\rightarrow$ ki-terjesztett standard elmélet újítása, amely a $\rightarrow$ transzformációs nyelvtanokban a szemantikus szabályok megfelelőbb kezelését teszi lehetővé. Lényegében a $\rightarrow$ felszíni szerkezeteknek olyan gazdagításán alapszik, amely a $\rightarrow$ mély-szerkezetre, ill. a levezetési lépésekre vonatkozó információkra támaszkodik.

objektumorientált nyelv (object-oriented language) – az $\rightarrow$ objektumorientált programozás stílusjegyeit magán hordozó magasszintű programozási nyelv. Legfontosabb minőségi jellemzői az egységes ábrázolásmód, a magas fokú modularitás és a bővíthetőség. A $\rightarrow$ keretnyelvekéhez hasonló elméleti alapokra támaszkodik, de míg az elsők inkább kutatási célokra készültek, az $\sim$ sikerrel veszi fel a versenyt a gyakorlati programfejlesztésben a hagyományos programozási nyelvekkel. Legelső, reprezentatív képviselője a $\rightarrow$ SMALLTALK. Programozástechnikai előnyeinek köszönhetően ma már a legfontosabb hagyományos programozási nyelveket is kibővítették az objektumorientáltság eszközeivel, így pl. ismeretes a Pascal, a C stb. nyelvek $\sim$ szerű változata.

objektumorientált programozás (object-oriented programming, OOP) – olyan programozási stílus (paradigma), amely fizikai objektumokat v. fogalmakat próbál modellezni a számítógép (ill. programozási nyelv) belső eszközeivel. Számítás-technikai megközelítésben ez azt jelenti, hogy olyan objektumokat kell létrehozni, amelyek szerves egységben tartalmazzák az információkat (adatokat) és az azokat kezelő eljárásokat ($\rightarrow$ egységbezárás). Az objektumok a modellezett világra jellemző hierarchiába szerveződnek ($\rightarrow$ taxonómia), amelyben szabadon érvényesül az $\rightarrow$ öröklés. Az adott hierarchián belül bizonyos tevékenységek, tulajdonságok, jelenségek stb. maguk is hierarchiába szerveződnek, az azonos nevű fogalmak viszont specifikus jegyeket hordozhatnak a hierarchia különböző szintjein ($\rightarrow$ többalakúság). Mivel a MI-kutatások mérnöki orientációja hasonló világnézetet követ, sokan az $\sim$ -ban látják a MI-programtermékek megvalósításának egyik legalkalmasabb eszközét. Az alapvető közös vonások: az objektumok belső szerkezettel rendelkeznek, tehát

információ tárolására alkalmasak; belső működésük információfeldolgozásra és kommunikációra egyaránt alkalmas; hierarchikus struktúráik az öröklés, végső soron pedig a tudásmegosztás ideális eszközei; a kompakt adat- és eljáráskezelés kiválóan alkalmas a párhuzamos feldolgozásra (elvileg minden objektumhoz saját processzor rendelhető).

objektumtörténet (object history) – P. Hayes által az ún. $\rightarrow$ naiv fizika modellezésére kidolgozott formalizmus, a $\rightarrow$ térbeni, ill. az $\rightarrow$ időbeni következtetés egyik elmélete, amely a $\rightarrow$ köznapi tudást a valós világ objektumainak négydimenziós (tér+idő) történeteinek keresztül próbálja modellezni. Minőségi előrelépést jelentett a $\rightarrow$ sztuációkalkulussal szemben, amennyiben elismeri a tér és az idő folytonos jellegét, így a fokozatos változásokat is modellezheti. Nem kielégítő viszont a konkurens események szempontjából, s nem ad megoldást az olyan események modellezésére, amelyeknek nincs kimondottan térjellege (pl. párbeszéd, választási rendszerek stb.).

okfejtő következtetés (causal reasoning) – a $\rightarrow$ következtetés azon típusa, amely a különböző rendszerek viselkedése alapján olyan tényeket, törvényszerűségeket állapít meg, amelyek magyarázatát adják az illető rendszerekkel kapcsolatos múltbeli megfigyeléseknek, ill. előrejelzési alapjául szolgálnak a jövőben esetleg fellépő eseményeknek. Okozati összefüggések felállíthatók állapotok és események, objektumok és tevékenységek, valamely osztályhoz tartozás és viselkedés stb. között. Az $\sim$ -ben használt ismereteket rendszerint olyan hálószerkezetekkel ábrázolják, amelyekben a csomópontok különböző típusú állapotokat v. eseményeket, az őket összekötő élek pedig okozati összefüggéseket jelölnek. Sikeres modellek készültek ezen az alapon pl. történetmegértő, ill. orvosi diagnosztikai rendszerek számára. Mindkettőnél a következtetési eljárás célja olyan kiegészít-

tő csomópontok aktiválása, amelyek okozati szempontból koherens mintához (részhálózhoz) vezetnek. Az ~ másik fontos alkalmazási területe a folytonos, ill. diszkrét rendszerek szimulációja, ezen belül pedig a digitális áramkörök ellenőrzése, ill. hibaelhárítása.

oktális fa (oct-tree) – térbeli testek →volumetrikus leírásában használt ábrázoló formalizmus, tkp. a →kvadrátikus fa módszerének kiterjesztése a kétdimenziós képekről a háromdimenziós térre. (Szinonimája a nyolcasfa.)

ontologikus kompetencia (ontological adequacy) – →formális nyelvekkel szemben támasztott azon képesség, hogy megfelelő hűséggel és igazságtartalommal írja le a vonatkozó területre jellemző lényeges tulajdonságokat, jelenségeket (másik két alapvető követelmény a →heurisztikus kompetencia és az →ismeretelméleti kompetencia).

OPS5 (Official Production System – Version 5) – területfüggetlen →produkción rendszer →szakértőrendszerek előállítására (→szabályalapú rendszer). Az ~ tkp. az →XCON szakértőrendszer fejlesztésében nyert tapasztalatokra épülő →keretrendszer.

optimális megoldás (optimal solution) – valamely nemdeterminisztikus probléma lehetséges megoldásai közül a minimális →költséget igénylő. Ha az egyes operátorokhoz rendelt költségek egységyek, akkor az ~ a legrövidebb megoldási utat jelenti a probléma →feladattekercében, a költség mérőszáma pedig megegyezik a megoldási utat alkotó műveletek számával. A valós világ feladataiban a költségek mindig nem elhanyagolható nagyságú, pozitív értékek. Egyes feladattípusoknál kielégítő egy tetszőleges megoldás keresése, másoknál viszont ~ra van szükség (ilyen pl. az utazó ügynök problémája).

optimumkeresés (best-first search) – →heurisztikus keresési stratégia, amely a →„hegymászó” keresés hátrányait hivatott kiküszöbölni. Alapelve az, hogy a

→keresést csak az →állapottér teljes vizsgálata után hajtja végre. A gyakorlatban ez úgy valósítható meg, hogy egy külön listán (rendszerint OPEN listának nevezik) megőrzésre kerülnek mindazok a csomópontok, amelyek →csomópontkiterjesztés révén generálódtak, de még nem voltak megvizsgálva. Ez lehetővé teszi, hogy egy időlegesen felfüggesztett utat tovább folytassanak, ha a többiek sikertelennek bizonyultak. Az algoritmus váza a következő. Az OPEN lista első helyén álló csomópontot (ez a lokális optimum) kiterjesztik, vagyis generálják az összes utódjait, azután pedig a CLOSED listára helyezik (a már megvizsgált csomópontok listájára). Kiértékelik az utódokat, azaz kiszámítják a kapcsolódó feltételezett költséget (→heurisztikus függvényt), és a megoldáshoz való közelségük valószínűségének függvényében, csökkenő sorrendben az OPEN lista végére helyezik. A következő ciklus újra az OPEN lista első elemét vizsgálja. A ~ garantáltan megkapja a globális optimumot, de nem garantálja a célíg vezető minimális utat. Ez a hátrány abból következik, hogy a módszer mindig csak a célhoz vezető optimális utat keresi, nem veszi figyelembe a már bejárt út hosszát (a kezdőállapothoz viszonyítva). Ezt a hátrányt az →A* keresés módszere próbálta kiküszöbölni.

orvosi diagnosztikai rendszer (medical diagnosis system) – orvosi területre szakosított →szakértőrendszerek egyik változata, amely a 70-es évek elején jelent meg, jeles képviselője a →MYCIN.

orvosi tanácsadó rendszer (medical advice system) – orvosi területre szakosított →szakértőrendszerek egyik változata, amely a 70-es évek elején jelent meg, jeles képviselője az →INTERNIST (ill. továbbfejlesztett változata, a →CADUCEUS).

osztályozás (classification) – 1. Általában az a logikai eljárás, amely rendszerezzi, csoportosítja és ún. osztályokba

sorolja az egyedeket, a jobb áttekinthetőség v. tanulmányozás céljából. A csoportosítás bizonyos közös tulajdonságok, jegyek alapján történik, amelyeket $\rightarrow$ osztályozási kritériumoknak neveznek. Maga az eljárás két részre tagozódik. A $\rightarrow$ fogalmi ~ során az egyedek tulajdonságait a rendszerezés céljára vonatkozóan vizsgálják, az eljárás célja éppen az osztályozási kritérium(ok) meghatározása. A második lépésben történik az egyedek tkp.-i csoportosítása az osztályozási kritérium(ok) alapján. Az ~nak teljeskörűnek kell lennie, vagyis vonatkoznia kell

minden szóba jöhető egyedre, s egy adott egyed egy és csakis egy osztályhoz tartozhat. (Az ~ speciális típusa a $\rightarrow$ csoportosítás.) – 2. A $\rightarrow$ mintafelismerés eljárásának azon fázisa, amelyben a $\rightarrow$ bemenő mintáknak a $\rightarrow$ jellelkiemelés során meghatározott paramétereit az elő-zőkben tárolt minták (ún. $\rightarrow$ referenciaminták) paramétereivel összevetik, s az összehasonlítás alapján a bemenő mintákat a tárolt minták valamelyikéhez besorolják.

osztályozási kritérium (classification criterion) – $\rightarrow$ osztályozás

Ö

Önbeágyazás (self-embedding) – természetes nyelvi jelenség, amely különféle szerkezetek egymásba épülésében nyilvánul meg. (Pl. a magyar nyelvben az alárendelő mellékmondatok.) Gyakorlati jelentősége abban áll, hogy az ~ nélküli →környezetfüggetlen nyelvek tkp. →reguláris nyelveknek tekinthetők. Ez a megfigyelés szolgált alapul a →rekurzív átmenetháló formalizmusának kidolgozásánál.

Öröklés (inheritance) – a →szillogisztikus következtetés alkalmazása az →objektumorientált programozásban, lényegében a →keretelméletben ismert →tulajdonságörökléssel rokon fogalom. Programozástechnikai értelmezése a következő: a hierarchikus struktúrába szervezett objektumok az alsóbb szinteken átveszik a felsőbb szinteken definiált attribútumokat, ill. módszereket, feltéve, hogy azok nem kaptak új definíciót az illető alsóbb szinteken.

Öröklési hierarchia (inheritance hierarchy) – a →fogalmi taxonómiára épülő ismeretszerzés. Az intenzionális (tehát tulajdonság alapú) rendszerezésnek köszönhetően a hierarchia alsóbb szintjein helyet foglaló osztályok egyes tulajdonságait nem szükséges újra definiálni, ugyanis azok a felsőbb szinteken már léteznek. Ez a következtetés lényegében a →szillogizmus törvényén alapszik, a MI-kutatások hozzájárulását a tulajdonságok (tkp. osztályok) ábrázolási formalizmusainak kidolgozása jelenti. Az ~ legegyszerűbb formája az egyszerű →tulajdonságöröklés, amelyben minden osztálynak egyetlen szuperosztálya létezik, az egész taxonómia egyszerű irányított fával ábrázolható. Ezt a változatot alkalmazza a →keretelmélet, az →objektumorientált programozás stb. A →tudásalapú rendszerekben tkp. az ~-ára támaszkodik a nem teljes információk alapján végzett következtetés bizonyos fajtáinak modellezése (pl. →alapértelmezett kö-

vetkeztetés). Az ~ másik, komplexebb változata a →többszörös öröklés, amelynél egy-egy osztály több szuperosztályhoz is tartozhat, következésképpen több irányból is örökölhet tulajdonságokat (ábrázolására irányított, ciklusmentes gráf használható).

Ősre alapozott stratégia (ancestry filtered strategy) – a →lineáris rezolúció egyik változata. Olyan →rezolúciós stratégia, amely a →rezolvens klóz előállítására legalább az egyik →szülő klózt az eredeti klózhalmazból, v. a másik szülő klóz ősei közül választja.

Összefüggő gráf (connected graph) – →gráf

Összetevőalapú leírás (component-based description) – a →kvalitatív fizika elméletében a következtetés alapját képező valós világrészlet leírására használt →modell, amely a fizikai rendszer viselkedését az összetevők viselkedésének leírásával adja meg. Az összetevők leírása három alapfogalomra épül: anyag, komponens és vezeték. A fizikai viselkedés az anyagokkal végzett műveletekben, ill. az anyagok szállításában nyilvánul meg: a komponensek végzik a műveleteket, amelyek az anyagok tulajdonságait változtatják meg, a vezetékek pedig csak az anyagok szállításáról gondoskodnak, nincsenek hatással azok tulajdonságaira.

Összevonó elemzés (bottom-up parsing, BUP) – a →szintaktikai elemzés olyan stratégiája, amely a →szintaxisfát a levélcsomópontokból (bemenő szimbólumsorozatból) kiindulva, a gyökércsomópont felé haladva építi fel. Más megközelítésben az ~ az adott →mondatformában szereplő sorozatokat illeszti a →helyettesítési szabályok jobb oldalával, egyezésnél pedig helyettesíti azokat a megfelelő szabály bal oldalán álló →nemterminális szimbólummal.

Ötödik generációs számítógép (fifth-generation computer) – a →logikai programozás támogatására javasolt, nem

→Neumann- architektúrán alapuló számítógéprendszer, tkp. az azonos nevű japán kutatási terv célobjektuma. A kutatások lényegében három fő irányzatban

folynak: általános →problémamegoldás és →következtető gép, →ismeretbázis-kezelés, ill. →intelligens használói felület megvalósítása.

P

PAM – a 70-es évek végén a Yale Egyetemen kidolgozott célvezérelt →történetmegértő rendszer. A bemenő szöveg elemzéséből nyert ismereteket R. C. Schank →fogalmi függőség elvén alapuló hierarchiába szervezi, majd kérdések megválaszolására, szövegkivonatolásra alkalmas tervekkel állítja elő. Továbbfejlesztett változatát R. Wilensky állította elő a 80-as évek elején.

parciális eldönthetőség (partial decidability) – →eldönthetőség, →rekurzívan felsorolható nyelv

párhuzamos elosztott feldolgozás (parallel distributed processing) – a →konnektivizmus elméletén alapuló információfeldolgozás, ill. az azt biztosító elvi számítógép-architektúra, a MI-kutatások egyik fő területe. Központi célkitűzése olyan rendszer előállítása, amelyben az →elosztott problémamegoldást igen egyszerű képességű, viszont nagyszámú, egymással nagy sebességgel kommunikálni képes feldolgozóegység (processzor) párhuzamos működésére alapozva hajtják végre. A számos architektúra-javaslat közül említésre méltóak: a →Boltzmann-gép, a →kapcsolat-gép, a →NON-VON architektúra stb.

PARRY – a →véleményrendszerek modellezésére kidolgozott, egyik első program, amelyet K. Colby állított elő a Stanford Egyetemen a 70-es évek elején.

példány (instance) – 1. Olyan →ismeret, amely egyedi, konkrét objektumra vonatkozik (szemben a →fogalommal). – 2. Valamely →jólformált formulából →helyettesítéssel nyert kifejezés, amely úgy állítható elő, hogy a formula minden változójának minden előfordulását egyidejűleg a megfelelő →termekkel helyettesítik. Más szóval, ha P egy formula és egy →egyesítő, akkor annak alkalmazásaként létrejött P az eredeti P egy ~a. – 3. Programozástechnikai szempontból minden olyan objektum, amely osztályának jellemző tulajdonságait megtestesíti. A

programozási nyelvekben a jellemzőket rendszerint definíció révén adják meg, a ~okat pedig deklarációk hozzák létre.

perceptron (perceptron) – az 50-es évek végén I. F. Rosenblatt által kidolgozott agymodell, amely véletlenszerűen összekapcsolt mesterséges neuronok (→küszöblogikai elemek) hálózatára épül (tkp. az első jelentős →neuronhálózat). Tudománytörténeti szerepe elsősorban abban rejlik, hogy a vele kapcsolatban kidolgozott matematikai elmélet végül is kimutatta lehetőségeit, de főleg korlátait. Elméleti és gyakorlati tapasztalatait a modern →konnektivizmus irányzata fejlesztette tovább.

PLANNER – a →LISP-en alapuló, de továbbfejlesztett eszközökkel rendelkező, magasszintű programozási nyelv, amelyet C. Hewitt és T. Winograd fejlesztett ki a 70-es évek első felében. Egy ~program kétfajta adatbázisra épül: a →tényadatbázis a megoldandó problémára vonatkozó →tényeket, a →procedurális adatbázis pedig az egyes operátoroknak megfelelő eljárásokat tartalmazza. Beépített következtetési mechanizmusa a →mintaillesztésen (→minta-vezérelt aktiváláson) és a →visszalépetésen alapszik.

POLITICS – a 70-es évek végén J. Carbonell által a Yale Egyetemen kidolgozott →szöveg-megértő rendszer, amely politikai véleményrendszer alapján értelmezett nap híreket, →okfejtő következtetést végezve próbált jövőbeni eseményeket megjósolni. Adatstruktúrái a →forgatókönyv elvén alapultak. Egyik legfontosabb kísérletnek tartják a szakterületen, ugyanis először vizsgálta a szöveg-megértést célorientált intelligens tevékenységként.

pontminta-elemzés (dot-pattern analysis) – vizuális információk feldolgozásában használt rendszerező (osztályozási) eljárás, amelyben a szervezési primitívakat pontok képezik, az osztályozási kritérium pedig kizárólag a pozicionális megkülönböztetés. Lényegében a kép-

feldolgozás hierarchikus rendszerében a legalsó szintet képviseli, ugyanis a felderített pontminták (pontcsoportok) magasabb szintű, sík-, ill. tér-elemekbe csoportosíthatók, amelyeknél már más tulajdonságok is nyomon követhetők (felület, térfogat, irányítottság, fényességszint, szín stb.). Az osztályozásul szolgáló hasonlósági mérték rendszerint a konkrét alkalmazásra jellemző, s lényegében a „szomszédosság” meghatározására vezethető vissza. A ~ek két nagy csoportba sorolhatók. A hierarchikus eljárások két alosztályba tartozhatnak: a csoportosító eljárások az egyes pontokból kiindulva, rekurzív módon, csoportosítással jutnak az egyre nagyobb számú egyedet tartalmazó mintákhoz; a leosztó eljárások a teljes képanyagból indulnak ki, s szintén rekurzív módon, szétválasztással igyekeznek azonosítani a mintákat. A gráfelméleti algoritmusok a teljes képanyag gráfalapú ábrázolásából indulnak ki, és hasítással próbálják azonosítani a pontosztályokat képviselő részgráfokat.

pozitív leírás (positive presentation) – E. M. Gold →nyelvtani következtetés elméletében valamely nyelvnek olyan megadása, amely kizárólag az összes (végtelen sok) →pozitív példa felsorolásán alapszik (szemben a →teljes leírással).

pozitív példa (positive example) – valamely nyelv →ábécéjének alapján képzett fűzér, amely a nyelv szempontjából →jólképzett fűzér. A fogalmat E. M. Gold vezette be a →nyelvtani következtetés elméletében. Formális meghatározása szerint egy olyan $\langle w, 1 \rangle$ páros, amelyben a w az adott nyelvhez tartozó fűzér.

pragmatika (pragmatics) – általában jelek (szimbólumok) használatával foglalkozó szabályok összessége, a →szemiotikának alapvető komponense (a →szintaxis, ill. a →szemantika mellett). A nyelvek viszonylatában a nyelvhasználat körülményeivel foglalkozik. Egyben az információközlést, a kommunikációt is tanulmányozza, amennyiben azt konkrét

szereplők között, konkrét helyzeteken vizsgálja. A nyelvi üzenet tartalmát csak részben hordozza a szerkezet, jelentését erősen befolyásolhatják a küldő, ill. a fogadó egyén jellegzetességei. A megértési folyamatot ugyancsak befolyásolhatja az üzenetküldő szándéka. Az egyének közötti kommunikáció rendszerint olyan hallgatólágos konvenciók között zajlik, amelyek bizonyos közös háttértudást (legtöbbször →köznapi tudást) feltételeznek. Különös szerepet játszik a →szöveg megértés modellezésében. →Formális nyelveknél a ~ v. teljesen hiányzik v. jelentéktelen, a nyelvek leírása szinte kizárólag a szintaxis és a szemantika területére korlátozódik. Speciális szerepe van a →pragmatikus nyelv-tanokban.

pragmatikus nyelv-tan (pragmatic grammar) – természetes nyelvek (rendszerint az angol) kisebb-nagyobb résznyelve számára kidolgozott, általában jól behatárolt, konkrét feladatok megvalósítására szakosított →nyelv-tan. Feladata csupán a konkrét alkalmazási területre jellemző, természetes nyelven kódolt kijelentés (parancs, kérdés stb.) elemzése, megértése, esetleg generálása, ez viszont a gyakorlati elfogadhatósági paramétereken belül. Legfontosabb alkalmazási területei a →természetes nyelvű használói felületek, az adatbázis-lekérdezés, a →kérdés-válasz rendszerek stb. A ~ szinte nem is használ nyelvészeti fogalmakat (ebből a szempontból közelebb áll a mesterséges programozási nyelvekhez). Ha az alkalmazási terület mégis megkövetelne ilyen elemeket, a nyelv-tanok egyik rokon osztályát, a →szemantikus nyelv-tant alkalmazzák (pl. az oktatási kérdés-válasz rendszerekben).

predikátum (predicate) – egy v. több →szabad változót tartalmazó olyan kijelentő mondat, amely – a változók behelyettesítése után – érvényes →ítéletet jelent. Nyelvi szempontból nézve, míg az ítélet lényegében névszói csoport, addig

a ~ igei csoport, s alapvetően olyan tulajdonságot, relációt, osztályt stb. jelöl, amely bizonyos objektumokra jellemző. Míg az ítélet belső szerkezet nélkülinek tekintett kijelentő mondat, amelyhez tartalom és $\rightarrow$ igazságérték kapcsolható, addig a ~nak belső szerkezete is van, amely kihatással van a mondat igazságtartalmára is. Szerkezetileg a ~ két összetevőre támaszkodik: egy igei csoport fejezi ki a mondat funkcionális jelentését (ez lényegében a ~), és egy (v. több) névszói csoport, amely[ek]re az állítás vonatkozik (ez[ek] az ún. argumentum[ok]). Ilyen vonatkozásban a ~ olyan egy- v. többváltozós függvénynek is tekinthető, amely valamilyen értelmezési (individuum) tartományból igazságértékre való leképezést végez.

predikátumkalkulus (predicate calculus) – $\rightarrow$ formális nyelv olyan kijelentő mondatok kezelésére, amelyek köznapi értelemben igazak v. hamisak ($\rightarrow$ predikátum). A ~ $\rightarrow$ szintaxisa a $\rightarrow$ termek, ill. a $\rightarrow$ jólformált formulák előállítására vonatkozó szabályok összessége. Jelkészletéhez ($\rightarrow$ ábécéjéhez) a következő elemek tartoznak: $\rightarrow$ individuumváltozók, $\rightarrow$ individuumkonstansok, ítéletváltozók, ítéletkonstansok, függvényszimbólumok, predikátumszimbólumok, logikai műveleti jelek ($\neg$, $\&$, $\vee$, $\rightarrow$, $\equiv$), $\rightarrow$ kvantorok ($\rightarrow$ egzisztenciális kvantor, $\rightarrow$ univerzális kvantor) és elválasztójelek (vessző, zárójel-párok). A szintaxis szabályai:

minden individuumkonstans term;

minden individuumváltozó term;

ha f n -argumentumú függvényszimbólum és $t_1, \dots, t_n$ termek, akkor az $f(t_1, \dots, t_n)$ kifejezés is term;

minden ítéletkonstans atomi formula;

minden ítéletváltozó atomi formula;

ha P n -argumentumú predikátumszimbólum és $t_1, \dots, t_n$ termek, akkor a $P(t_1, \dots, t_n)$ kifejezés is atomi formula;

minden atomi formula $\rightarrow$ jólformált formula;

ha P és Q jólformált formulák, akkor a $(\neg P)$, $(P \& Q)$, $(P \vee Q)$, $(P \rightarrow Q)$, $(P \equiv Q)$ kifejezések is jólformált formulák;

ha P jólformált formula és x egy változó, akkor a $(\Lambda x)[P(x)]$, $(\forall x)[P(x)]$ kifejezések is jólformált formulák. Az írásmód egyszerűsítésére a műveleti jeleket, ill. a kvantorokat precedenciasorrendbe rendezik (Λ , $\forall$, $\neg$, $\&$, $\vee$, $\rightarrow$, $\equiv$). A ~ jólformált formuláinak a $\rightarrow$ szemantika szabályai adnak jelentést ($\rightarrow$ interpretáció). A molekuláris (összetett) formulák igazságértéke az összetevők tartalmától és igazságértékétől egyaránt függ. A formulák, kielégíthetőségük szempontjából, az $\rightarrow$ ítéletkalkulushoz hasonlóan $\rightarrow$ érvényes, $\rightarrow$ kielégíthetetlen, ill. $\rightarrow$ kielégíthető formulák lehetnek, ezek közül az első kettőnek van jelentősége a $\rightarrow$ tételebizonyításban.

predikátumok logikája (predicate logic) – a klasszikus deduktív $\rightarrow$ logika azon változata, amely a $\rightarrow$ predikátumok alapján történő következtetési szabályok tanulmányozásával foglalkozik. Más megközelítésben a ~ az a tudományág, amely az információnak predikátumok formájában történő ábrázolásával foglalkozik. Elsősorban abban különbözik az $\rightarrow$ ítéletek logikájától, hogy figyelembe veszi az állítások belső szerkezetét is, ill. annak a mondatok $\rightarrow$ igazságértékére kifejtett hatását is. Nyelve olyan állítások kifejezését is lehetővé teszi, amelyek az ítéletek logikájában nem lehetségesek: pl. a „minden”, ill. „létezik” nyelvi fordulatokat ($\rightarrow$ kvantor).

preferenciális szemantika (preference semantics) – a 70-es évek közepén Y. A. Wilks által kidolgozott $\rightarrow$ szemantikai elmélet összefüggő szövegek feldolgozására. Alapelve az, hogy a mondatot felépítő szavak jelentéséből próbálja előállítani az egész mondat jelentéstartalmát, miközben figyelembe veszi a mondat környezetéből kiszűrhető általános információkat is. Ezek alapján kiválasztható (preferálható) az értelmezé-

si alternatívák közül az, amelyik a legjobban beillik környezetébe. Jellegzetessége, hogy szintaktikai kategóriák helyett $\rightarrow$ szemantikai primitívakkal dolgozik. Adatbázisában az objektumok (tárgyak) jellemzőit, jellegzetes cselekvéseit stb., a cselekvéseknél azok típusát, jellegzetes eszközeit, tárgyait stb. tárolják.

premissza (premise) – olyan állítás, amelyhez a valós világ tényei alapján, v. megegyezés szerint $\rightarrow$ igazságérték rendelhető, s amelyből (v. amelyekből) logikailag újabb állítás ($\rightarrow$ konklúzió) következhet ($\rightarrow$ deduktív érvelés, $\rightarrow$ következtetés). (Szinonimája a $\rightarrow$ hipotézis.)

prenex normálalak (prenex normal form, PNF) – az $\rightarrow$ elsőrendű logika nyelvén $\rightarrow$ jólformált formulák speciális alakja, amelynek központi szerepe van az $\rightarrow$ automatikus tételbizonyításban. Lényegében olyan formula, amelyben az összes $\rightarrow$ kvantorok egy előtagba (prefixumba) vannak összegyűjtve, a fennmaradó részformula pedig $\rightarrow$ klóz formára ($\rightarrow$ konjunktív normálalakra) alakított:

$$(\$1x_1)\dots(\$nx_n)(C_1\&\dots\&C_n)$$

ahol a $\$i$ az $\rightarrow$ egzisztenciális v. az $\rightarrow$ univerzális kvantor egyike, a C_j pedig klóz. Ha a prefixumban csak univerzális kvantorok szerepelnek, a formula $\rightarrow$ Skolem-normálalakú.

primitíva (primitive) – általános értelmezésben tovább nem bontható, elemi egység (a filozófia atom fogalmának megfelelője), amelynek segítségével összetett objektumok képezhetők. Különös jelentőséget kölcsönöznek a fogalomnak a $\rightarrow$ tudásábrázolás problémái (pl. $\rightarrow$ szemantikus háló, $\rightarrow$ keretelmélet stb.), a természetes nyelvek kifejezéseinek értelmezése ($\rightarrow$ szemantikus primitíva), a $\rightarrow$ problémaredukció módszertana ($\rightarrow$ primitív probléma) stb.

primitív probléma (primitive problem) – olyan probléma, feladat, amelynek megoldása ismert. ~nak nevezik sokszor az olyan részfeladatot is, amelyet valamilyen okból nem bontanak további részfeladatokra: v. azért, mert könnyen

eldönthető, hogy közvetlenül megoldható-e, v. azért, mert a részfeladat természetű nem teszi lehetővé a további lebontást. (A $\sim$ megoldhatóságát az $\rightarrow$ állapotterén értelmezett műveletek alkalmazhatósága jelenti.) A $\rightarrow$ problémaredukciót használó feladatmegoldó módszer alapvető fogalma, az $\rightarrow$ ÉS/VAGY gráfok formalizmusában a levélcsomópontokat képviseli.

próba-és-hiba keresés (trial-and-error search) – a legegyszerűbb $\rightarrow$ teljes körű keresés, amely tetszőlegesen választott alkalmazható operátorokat használ a célállapot eléréséig. Egyszerű feladatok megoldására alkalmas, bonyolultabbaknál viszont sztochasztikussá válik, és semmi sem szavatolja a cél elérését. Éppen ezért a teljes körű keresésben rendszerint előre meghatározott sorrend szerint vizsgálják végig a probléma $\rightarrow$ feladatterében mindazokat az operátorokat, amelyek esélyeseknek tűnnek a megoldást jelentő célállapot elérésében ($\rightarrow$ vertikális keresés, $\rightarrow$ horizontális keresés stb.)

problémabegyűjtés (problem acquisition) – a $\rightarrow$ problémamegoldás első fontos fázisa olyan problémák kezelésénél, amelyek jóldefiniáltságához bizonyos szükséges információk nincsenek explicit módon megadva. Ilyenkor a feladatmegoldónak a hiányos információkat v. a környezet alapján végzett $\rightarrow$ következtetés útján, v. valami más módon be kell szereznie, más szavakkal a feladat konceptualizálását be kell fejeznie. A $\sim$ úgy is értelmezhető, mint az adott feladat megértése.

problémamegoldás (problem solving) – intelligens rendszerek központi célkitűzése, így a MI-kutatásoknak is alapvető vizsgálódási területe. Legáltalánosabb értelmezése szerint egy olyan eljárás, amely adott tárgykörben (T) a lehetséges megoldások (X) közül meghatároz egy olyant ($x \in X$), amely kielégíti a konkrét probléma által meghatározott feltételeket (F). A potenciális megoldások (X),

ill. a feltételek (F) halmaza a T tárgykörben definiált $\rightarrow$ fogalmakra épül, lényegében az adott területre vonatkozó $\rightarrow$ tudást képviselik. Az intelligens rendszerek alapvető jellegzetessége, hogy a $\sim$ során meghatározott x megoldás beépül a T rendszerébe és további problémák megoldásához járulhat hozzá. A $\sim$ szempontjából jóldefiniált az a feladat, amelynek megoldására létezik egy olyan, a megoldórendszer által végrehajtható eljárás, amely képes kiválasztani az x megoldást az X halmazból. (A végrehajthatóság itt a számítógépes modellezhetőség szempontjából elfogadható méretű memóriakapacitást, ill. végrehajtási időt jelent.) Ha ez az eljárás explicit módon megadható, akkor algoritmikusan megoldható problémáról beszélnek. A MI viszont olyan problémákat tanulmányoz, ahol ez nem lehetséges, tehát a $\sim$ -nak a rendelkezésre álló tudás alapján végzett $\rightarrow$ következtetések alapján kell azonosítani a megoldást. A következtetések természete (tkp. iránya) szerint a $\sim$ stratégiái két nagy csoportba sorolhatók. Az $\rightarrow$ előrehaladó következtetések a tárgykör fogalmaiból indulnak ki, s lépésről-lépésre haladnak a lehetséges megoldások felé (pl. $\rightarrow$ produkciós rendszer). A $\rightarrow$ visszahaladó következtetések viszont éppen fordítva, a lehetséges megoldások fogalmaiból indulnak ki, és lebontással igyekeznek eljutni az eredeti problémához (pl. $\rightarrow$ problémaredukció).

problémaredukció (problem reduction) – általános feladatmegoldó módszer. Lényege abban áll, hogy adott probléma megoldottnak tekinthető, ha olyan részproblémák sorozatára bontható, amelyeknek ismert a megoldása. Az ismert megoldású részproblémákat $\rightarrow$ primitív problémáknak is nevezik. A lebontást operátorokkal végzik, s minden feladatra meghatározható azok egy olyan osztálya, amely a megoldás során alkalmazható. Az adott probléma megoldása elvileg tehát abban áll, hogy meghatározzák az alkalmazható operátorok egy

olyan sorozatát, amely az eredeti feladat lépésenkénti lebontása révén elvezet a megoldást jelentő primitív problémák meghatározásához. A lebontható problémákra jellemző, hogy $\rightarrow$ állapotterük $\rightarrow$ ÉS/VAGY gráfokkal ábrázolható, a megoldási eljárás pedig nem más, mint egy $\rightarrow$ megoldásgráf meghatározása $\rightarrow$ kereséssel. Ez lehet $\rightarrow$ teljes körű keresés v. $\rightarrow$ heurisztikus keresés, attól függően, hogy az eljárás használ-e specifikus ismereteket a feladatra vonatkozóan. A $\sim$ számítógépes alkalmazásával kapcsolatban a következő tényezőkkel kell számolni: az állapottér megfelelő ábrázolása a memóriában, olyan kompromisszum megállapítása, amely a minimális memóriagigénnyel az optimális végrehajtási időt biztosítja; a feladat jellegének legjobban megfelelő keresési stratégia kiválasztása; olyan $\rightarrow$ kényszerek felállítása, amelyek minimálisra szorítják a sikertelen keresések, kiértékelések számát. A valós feladatok nem mindig bonthatók egymástól független részfeladatokra, ezért igen fontos a kölcsönhatások csökkentése.

problémaredukciós tér (problem-reduction space) – az általános problémamegoldásban használatos formalizmus, a $\rightarrow$ feladattér egyik típusa. Lényegében a $\rightarrow$ problémaredukcióval megoldható nemdeterminisztikus feladatok megfogalmazása, amely a hagyományos adatfeldolgozásban a feladatspecifikációnak felel meg. Ábrázolására $\rightarrow$ irányított gráfot (esetleg $\rightarrow$ fát) használnak, amelyben a csomópontok teljes részfeladatokat képviselnek, míg a gyökércsomópont az eredeti problémát jelöli. A csomópontokat összekötő élek $\rightarrow$ redukciós operátorokat képviselnek. A $\sim$ -et ábrázoló gráfot $\rightarrow$ ÉS/VAGY gráfnak nevezik.

procedurális adatbázis (procedural database) – $\rightarrow$ PLANNER, $\rightarrow$ CONNIVER

procedurális csatolás (procedural attachment) – általános értelmezésben valamely deklaratív jellegű adatstruktúrához v. adatelemhez rendelt eljárás. A

hagyományos számítástechnika is alkalmazza (tkp. a $\rightarrow$ démonok elve is $\sim$ nak tekinthető), a MI-formalizmusokban pedig rendszerint a $\rightarrow$ tudásábrázolás deklaratív és procedurális formái közötti kompromisszumot képviseli. Az $\rightarrow$ objektumorientált programozás elméletében az objektumokhoz rendelt módszerek szintén a $\sim$ speciális alkalmazása. A $\rightarrow$ rezolúcióra épülő $\rightarrow$ logikai programozásban a $\sim$ sal közvetlenül kiértékelhetők az $\rightarrow$ alaplók, ill. az $\rightarrow$ alappéldányok.

procedurális szemantika (procedural semantics) – a 60-as évek végén W. A. Woods által kidolgozott $\rightarrow$ szemantikai elmélet, amelyet a $\rightarrow$ kérdés-válasz rendszerekben használtak. Alapelve az, hogy a $\rightarrow$ szintaktikai elemzésen átesett bemeneteket (tkp. $\rightarrow$ felszíni szerkezeteket) $\rightarrow$ produkciós szabályok segítségével eljárás-hívásokká alakítja át. Ezek az eljárások egy központi adatbázison operálnak, amelyből illesztéssel emelhető ki a mondatok jelentése. Woods rendszere célorientált alkalmazásokban megállta a helyét, általános mondatmegértésre viszont alkalmatlan. Csak előre meghatározott felszíni szerkezeteket ismer fel, így azonos jelentéstartalommal rendelkező $\rightarrow$ mélyszerkezetnek megfelelő különböző felszíni szerkezetek számára külön szabályokat kell írni. E hiányosság kiküszöbölésére a 80-as évek elején ugyancsak Woods kidolgozta a $\sim$ egy javított változatát, amelyben a külső felszíni szerkezeteket először egy belső formára alakítják, s erre alkalmazzák a tkp. $\sim$ t.

procedurális tudás (procedural knowledge) – intelligens rendszerekbe épített ismeretek alaptípusa ($\rightarrow$ tudásábrázolás). Ezeket az ismereteket rendszerint eljárások képviselik, amelyek magukba foglalják a feladatosztályra érvényes megoldási mechanizmusokat. Ez a fajta ábrázolás szinte kizárólagos a hagyományos adatfeldolgozásban, bár önmagában még ezen a területen sem használható. Bizonyos $\rightarrow$ deklaratív tudás ugyanis még itt is képviselt, elsősorban a programozási

nyelvekben definiált adatstruktúrák és a rajtuk értelmezett műveletek (lényegében az adattípusok) révén.

produkciós rendszer (production system, PS) – a $\rightarrow$ tudásábrázolás egyik alapvető formalizmusa, ill. módszere. Alapjául E. Post 1943-ban kidolgozott számítási formalizmusa szolgált, amely főzérhelyettesítő szabályokra támaszkodott. Kapcsolódó ötlet az 1954-ben kidolgozott Markov-algoritmus, amely az alkalmazható szabályok sorrendjére vonatkozott. Továbbfejlesztett változata az A. Newel 1973-ban bejelentett rendszere, amely egyszerű listakezeléssel próbálta modellezni az emberi memóriát, s számos $\rightarrow$ szakértőrendszer alapjául szolgált. A $\sim$ lényegében olyan algoritmosztályt képvisel, amely önálló komponensekként tárgyalja a feladatok megoldásában használt adatokat, az adatokon értelmezett műveleteket, ill. e műveleteknek vezérlési stratégiákba szervezését. Összetevői, tehát: a globális adatbázis, amely a $\rightarrow$ deklaratív tudást képviselő adatszerkezeteket tartalmazza; a $\rightarrow$ produkciós szabályok halmaza, amelyek a $\rightarrow$ procedurális tudást képviselik, és az adatbázison értelmezett műveleteket jelentik; a $\rightarrow$ vezérlési stratégia, amely a végrehajtható műveletek sorrendjét határozza meg. A következőzés (levezetés) lényegében olyan ciklus, amelyben kiválasztásra kerülnek mindazok a szabályok, amelyeknek feltétel része illeszkedik az adatbázis pillanatnyi állapotához, valamilyen szempont szerint egy ilyen alkalmazható szabály előnyben részesül ($\rightarrow$ konfliktusfeloldás) és végrehajtható a tevékenységresze. Ennek következtében az adatbázis új állapotba kerül: egyes struktúrák törölődnek, módosulnak, ill. új elemek épülhetnek be. (Ez az ún. $\rightarrow$ felismerés-cselekvés ciklus.) A $\sim$ legáltalánosabb működési algoritmus:

1. Adatbázis:= kezdőállapot;
2. amíg (befejezési feltétel)=hamis
 - 2.1. válassz alkalmazható szabályt;

2.2. Adatbázis := $F(\text{Adatbázis})$;

2.3. vissza 2.-re;

3. vége; ahol a 2.1.-es sor tkp. a vezérlési stratégiát képviseli, a 2.2.-es sorban az $F(\text{adatbázis})$ pedig a kiválasztott produkciós szabály alkalmazását jelenti az adatbázis előző állapotára, amely egyben az új állapotot is előállítja. Gyakorlatilag az eljárás akkor áll le, ha v. nincs alkalmazható szabály, v. az utolsó végrehajtott szabály leállási utasítást tartalmaz. Mivel a produkciós szabályok egymást közvetlenül nem hívhatják, az egyetlen kommunikációs lehetőség közöttük az adatbázis. Így ez bizonyos memóriafajtának is tekinthető, amelyet a tartalmazott adatstruktúrák száma és természetű, ill. elérési módja jellemez.

produkciós szabály (production rule)

– $\rightarrow$ produkciós rendszerekben a globális adatbázison értelmezett operátor, amelynek alkalmazása megváltoztatja az adatbázis tartalmát. Formális definíciója szerint a $\sim$ egy feltételrész és egy tevékenység rész elhatárolójellel elválasztott rendezett párja: feltétel $\rightarrow$ tevékenység, értelmezése pedig: ha a feltétel rész teljesül, akkor végrehajtódik a tevékenység rész. A feltétel rész kiértékelése mindig egy meghatározott adatstruktúra alapján történik, így mindig eldönthető, hogy adott helyzetben és időpontban teljesül-e. Ha a feltétel rész teljesül, akkor a $\sim$ alkalmazható, vagyis tevékenység része végrehajtható. Elvileg a tevékenység részt semmilyen megszorítás nem korlátozza, hatása pedig lehet: az eredeti adatstruktúra megváltoztatása v. más $\sim$ -ok érvényesítése, ill. letiltása v. a folyamat leállítása stb. A $\sim$ -ok rendszerében egyszerre több szabály feltétele is teljesülhet, más szóval az illető szabályok végrehajtható állapotba kerülnek. Vala-

milyen $\rightarrow$ vezérlési stratégia szempontjai szerint választódik ki az a legnagyobb prioritású szabály, amely ténylegesen is végrehajtódik. (A $\sim$ -ok mechanizmusát a $\rightarrow$ formális nyelvek elméletéből kölcsönözték, ahol funkcionális értelemben használt szinonimái az $\rightarrow$ átíró, ill. $\rightarrow$ helyettesítési szabály.)

PROLOG – $\rightarrow$ predikátumkalkuluson alapuló, szimbolikus feldolgozásra kifejlesztett magasszintű programozási nyelv. A 70-es évek elején a $\rightarrow$ Horn-klózek alapján R. Kowalsky és P. Hayes dolgozta ki a $\rightarrow$ logikai programozás elméletét, s ennek gyakorlati megvalósításaként készítette el A. Colmerauer az első $\sim$ implementációt. Előnyösen egyesíti magában a $\rightarrow$ matematikai logika és az algoritmikus gondolkodásmód elemét. Alapvető jellegzetessége, amely a többi magasszintű programozási nyelv fölé helyezi, hogy $\rightarrow$ szemantikája pontos, matematikailag megalapozott. Mivel logikára épülő programozási nyelv, igen alkalmas $\rightarrow$ szakértőrendszerek megvalósítására, adatbázisok lekérdezési nyelveinek integrálására, természetes nyelvek feldolgozására és magasabb szintű következtetési funkciók megvalósítására. Jelentősen előmozdította a $\sim$ iránti érdeklődést világszerte az a körülmény, hogy az 1981 végén bejelentett japán $\rightarrow$ ötödik generációs számítógép-tervezet bázisnyelvként választotta.

PROSPECTOR – a 70-es évek végén kidolgozott $\rightarrow$ szakértőrendszer geológiai adatok kiértékelésére. Jellegzetessége, hogy a $\rightarrow$ Bayes-féle döntési módszeren alapuló valószínűségi számítást alkalmazott a $\rightarrow$ valószínű következtetésben rendelkezésre álló bizonytalan ismeretek kezelésére.

Q

Quine algoritmus (Quine's algorithm) – logikai formulák érvényességének kimutatására szolgáló eljárás ($\rightarrow$ érvényes formula), amely hatékonyan alkalmazható $\rightarrow$ tételbizonyításra az $\rightarrow$ ítélekalkulusban. Lényege az, hogy lépésenként a formula egy-egy változóját interpretálják (behelyettesítik) az igaz és a hamis igazságértékek hozzárendelésé-

vel. Ezzel tkp. az eredeti formulát két újabbal helyettesítik, amelyeket a logikai törvényekkel ($\rightarrow$ ekvivalens formulák) egyszerűbb alakra hoznak. Az eljárást rendre minden változóra megismétlik, s lényegében egy bináris fával ábrázolható formulalebontást végeznek addig, amíg az így kialakult fa levélcsomópontjaiban egy-egy igazságérték kerül. Ha ezek mindegyike az igaz érték, akkor az eredeti formula érvényes.

R

redukciós operátor (reduction operator) – a $\rightarrow$ problémaredukció elvét használó feladatmegoldásban alkalmazott olyan átalakítás (transzformáció), amely az eredeti feladatot részfeladatokra bontja. Ebben a módszertanban a feladat megoldásán a $\sim$ ok egy olyan sorozatát értik, amely az eredeti feladatot mind megoldható $\rightarrow$ primitív problémára vezeti vissza.

referenclaminta (reference pattern) – $\rightarrow$ osztályozás, $\rightarrow$ mintafelismerés

reguláris nyelv (regular language) – a $\rightarrow$ reguláris nyelvtan által generált nyelvtípus. A $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelvek minden tulajdonságával rendelkezik, kivéve az $\rightarrow$ önbeágyazás jelenségét. $\rightarrow$ Véges állapotú automatával elemezhető.

reguláris nyelvtan (regular grammar) – a $\rightarrow$ mondatszerkezetű nyelvtan legegyszerűbb típusa ($\rightarrow$ Chomsky-hierarchia). $\rightarrow$ Helyettesítési szabályainak bal oldalán csak önmagában álló $\rightarrow$ nemterminális szimbólum állhat, jobb oldalán egy $\rightarrow$ terminális szimbólum és esetleg egy (és csakis egy) nemterminális szimbólum. Az esetleges nemterminális szimbólum pozíciójának megfelelően a $\sim \rightarrow$ jobb-lineáris, ill. $\rightarrow$ bal-lineáris típusú lehet. A $\rightarrow$ véges állapotú automatával ekvivalens nyelvtan. (Szinonimája a $\rightarrow$ lineáris nyelvtan.)

rekurzív adatstruktúra (recursive data structure) – olyan elemekből felépülő összetett adatstruktúra, amelyeknek típusa ugyanaz lehet, mint az azt tartalmazó struktúráé. A $\rightarrow$ logikai programozás alapvető $\sim$ i a $\rightarrow$ fa, ill. a $\rightarrow$ lista.

rekurzívan felsorolható nyelv (recursively enumerable language) – az a $G \rightarrow$ nyelvtan által generált $L(G)$ nyelv, amelynek elemzője akkor és csakis akkor áll le garantáltan, ha a bemenő sorozat (elemzett mondat) a nyelvhez tartozik ($\rightarrow$ formális nyelvtan). Ebben az esetben annak eldöntése, hogy egy füzér

az $L(G)$ nyelvhez tartozik-e, rekurzívan megoldható ($\rightarrow$ eldönthetőség). A nyelv ábécéjéből viszont a nyelvhez nem tartozó füzérek is képezhetők, amelyek halmazát a $\neg L(G)$ jelöli. Ha az elemzési eljárás ezeket a füzéreket is felismeri, akkor a nyelvet rekurzívnak nevezik, a nyelvhez tartozás problémája pedig eldönthető. Más megközelítésben ez azt jelenti, hogy az elemző eljárás algoritmus, vagyis mindenképpen leáll, felismerve mind az $L(G)$, mind a $\neg L(G)$ füzérhalmazait.

rekurzív átmenetháló (recursive transition network, RTN) – a $\rightarrow$ véges állapotú automaták elméletére alapozott formalizmus természetes nyelvek szintaktikai szabályainak ábrázolására, ill. az elemzés számítógépes megvalósítására. A véges állapotú automaták jól ábrázolhatók olyan $\rightarrow$ gráfokkal, amelyekben a címkézett csomópontok állapotokat, a címkézett élek pedig az átmeneteket megvalósító operátorokat jelképezik. Az állapotok között megkülönböztetett jelentőségűek a kezdőállapot és a végállapot(ok). Ha a bemenőjel hatására az automata a kezdőállapotból valamely élsorozat mentén célállapotba jut, akkor az automata elfogadta a szöveget. A természetes nyelvek rekurzív jellege miatt az elemzésükhöz automatahalmaz szükséges, amelynek elemei komplex rekurzív struktúrát képeznek és a $\sim$ néven ismeretes. A $\sim$ különböző szintjei az elemzett mondat felismerendő szintaktikai részeit képviselik, ill. elemzik. Minden szint saját kezdőállapottal és egy vagy több végállapottal rendelkezik. Az élek címkéit úgy értékelik ki, hogy működésbe hozzák az azonos címkével ellátott szintet. Ha az aktuális szint végállapotba került, akkor a vezérlés visszakerül az előző szintre, ahol végrehajtódik a megfelelő átmenet. (Működése sok hasonlóságot mutat a $\rightarrow$ veremautomatákkal.) Bizonyítható, hogy a $\sim$ minden $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelv elemzésére alkalmas, tehát a $\rightarrow$ veremautomatával egyenértékű: közöttük

→gyenge ekvivalencia áll fenn. Továbbfejlesztett változata a →bővített átmenetháló, ill. annak nem nyelvészeti területen is alkalmazható formája, az →általánosított átmenetháló. (Szinonimája az →alap-átmenetháló.)

rekurzív-levezető elemzés (recursive-descendent parsing) – a →szintaktikai elemzés olyan stratégiája, amely ötvözi a →vertikális elemzést a →levezető elemzéssel: a →szintaxisfa gyökércsomópontjából (→kezdőszimbólumból) indul ki, s minden szinten a bal szélső →nemterminálist helyettesíti (a fa mélységében halad előre).

rekurzív nyelv (recursive language) – olyan nyelv, amelynél a nyelvhez tartozás kérdése eldönthető, vagyis az elemző eljárás mindenképpen leáll, felismerve mind a nyelvhez tartozó, mind a nyelvhez nem tartozó füzéreket (→eldönthetőség, →rekurzívan felsorolható nyelv).

relációs gráf (relational graph) – a MI-ban használt legegyszerűbb hálószerkezet, amelynek csomópontjai →egyedi fogalmakat képviselnek, az élek pedig az összekötött fogalmak egymásra vonatkoztatott viszonyát (relációját) jelentik. Egy egyszerű kijelentő mondat ~beli ábrázolásában a csomópontok jelölik pl. az alanyt, az állítmányt, ill. a tárgyat, az élek viszont a cselekvés végrehajtójára, ill. irányára vonatkoznak. ~ot használt pl. R. C. Schank a →fogalmi függőség ábrázolására. A ~ lényegében az →elsőrendű predikátumkalkulus egy részhalmazának felel meg, s korlátai ellenére megfelelő formalizmus számos alkalmazásban (pl. kereskedelmi relációs adatbázis-kezelés). A ~ általánosítása a →mondatháló.

rendszertan (taxonomy) – →taxonómia

reprezentációs gráf (representation graph) – az →állapotter formalizmusát használó feladatmegoldásban alkalmazott →irányított gráf, amelynek csomópontjai az egyes állapotoknak (→kezdőállapot, közbelső állapotok, ill. →célállapot), az irányított élek pedig az alkalmaz-

ható operátoroknak (műveleteknek) felelnek meg. Bármely két csomópontot összekötő élek sorozata a ~ egy útját képezi, amely a feladat (egy) megoldását ábrázolhatja, ha a kiinduló csomópont kezdőállapotot, a végső csomópont pedig célállapotot képvisel. Az élekhez →költségek kapcsolhatók, amelyek általában valamely fogyó erőforrást (memóriát, végrehajtási időt, üzemanyagot, úthosszat stb.) jelentenek (→- gráf). A megoldást jelentő utak meghatározása rendszerint →kereséssel történik, amelynek a ~ bejárési irányának szempontjából két alapvető típusa ismeretes: a kezdőállapotból kiindulva a célállapot felé irányuló (→előrehaladó v. →adatvezérelt keresés), ill. az ismert célállapot felől a kezdőállapot felé irányuló (→visszahaladó v. →célvezérelt keresés). A kettő kombinációja a →kétirányú keresés. Ha a ~ túlságosan nagy méretű v. végtelen, explicit ábrázolás helyett implicit leírás segítségével definiálható. Ehhez elegendő, ha a kezdőcsomópontot, ill. az élekben megvalósuló operátorokat definiálják. Ha az adott feladat természete megengedi, a ~ot faszerkezetté alakítva a keresési eljárás egyszerűsíthető.

rés (slot) – M. Minsky →keretelméletében a →tudásábrázolás alapegységét képviselő →keretet felépítő adatszerkezet. Lényegében egy olyan szimbólum, amelyhez érték (jelentés) kapcsolható (ez alapértelmezett is lehet). A ~ek értékei el is maradhatnak, pótlásukról utólag lehet gondoskodni a rendszer következő mechanizmusa révén. Egyes ~ekhez →kényszerek is tartozhatnak, amelyek a kapcsolódó érték intervallumára vonatkozhatnak. A ~ek maguk is lehetnek keretek, így biztosítható a hierarchikus rendszer felépítése.

résnyelvtan (slot grammar, SG) – természetes nyelvek elemzésére kifejlesztett formalizmus, amely elsősorban a →szintaxisra támaszkodik. A szintaktikai szerkezetek ábrázolására fastruktúrákat

használ, amelyekre specifikus módosításokat alkalmaz. Jelentősége a szabad szórendű nyelvek elemzésében van, sok tapasztalatát a $\rightarrow$ módosító szerkezetű nyelvtan fejlesztette tovább.

rész-egész leírás (part-whole description) – a $\rightarrow$ tudásábrázolás egyik elvi módszere, amely az objektumok leírását (ill. ábrázolását) az összetevők leírására vezeti vissza, az eljárást a kívánt mélységig ismételve. Ábrázolási formalizmusként rendszerint valamilyen $\rightarrow$ asszociatív hálót használnak. A $\rightarrow$ vizuális objektumfelismerésben az ábrázolóhálót térkoordinátákkal v. más, hasonló jellegű paraméterrel egészítik ki, amelyek alapján az adott felismerési probléma természetének megfelelő $\rightarrow$ következtetéseket lehet végezni.

részgráf (subgraph) – valamely $\rightarrow$ gráf egy v. több csomópontjának, valamint az azokba vezető, ill. az azokból kiinduló éleknek elhagyása után visszamaradó része.

részleges tudás (partial knowledge) – az az $\rightarrow$ elméleti tudás, amelyet a tudományos vizsgálódás napi, nem végleges eredményként felmutatni képes. A MI hatáskörében valahányszor a tudás fogalmát használják, tkp. mindig a $\sim$ ról van szó. A számítógéppel megoldható valós problémákra vonatkozó $\sim$ nak olyan szintűnek kell lennie, hogy a vizsgatükörözött tények megkülönböztethetők legyenek a valós világ többi részétől.

rezolúció (resolution) – az egyik legfontosabb $\rightarrow$ következtetési szabály, amelyet könnyen algoritmizálhatósága révén elterjedten használhatnak az $\rightarrow$ automatikus tételbizonyításban. Egyszerű cáfoló (reductio ad absurdum) eljárás, amellyel egy $\rightarrow$ konjunktív normálalak (ill. $\rightarrow$ klóz forma) kielégíthetetlenléte bizonyítható. (J. A. Robinson dolgozta ki a 60-as évek közepén.) A $\sim$ alapjául a $\rightarrow$ szillogizmusból származtatható szabály áll, amelynek formája:

$$\frac{PvQ, PvR}{QvR}$$

Ebből következik az eljárás lényege is: egy-egy klózpárból ($\rightarrow$ szülő klózek), amelyben komplementum $\rightarrow$ literálpár (P és $\neg P$) szerepel, létrehozható egy újabb klóz ($\rightarrow$ rezolvens klóz) úgy, hogy az illető literálpár elhagyása után visszamaradó literálokat $\rightarrow$ diszjunkcióval összekapcsolják. A rezolvens klóz képzése különbözik az $\rightarrow$ ítéletkalkulusban és a $\rightarrow$ predikátumkalkulusban. Az elsőben könnyen felismerhető, ugyanis a literál egy logikai változó v. annak negáltja. A predikátumkalkulusban viszont először meg kell határozni a két formula $\rightarrow$ legáltalánosabb egyesítőjét ($\rightarrow$ egyesítés), majd a megfelelő $\rightarrow$ helyettesítés alkalmazása után visszamaradó literálokat kötik össze diszjunkcióval. Ha a klózek eredeti halmaza kielégíthetetlen volt, akkor a rezolvens klózzal kiegészített halmaz is az marad. Ha az eljárás során az $\rightarrow$ üres klóz is származtatható, amelynek nincs modellje, akkor a klózhalmaz kielégíthetetlenléte bizonyított. Tételbizonyításban az eredeti klózhalmazt a bizonyítandó tételt kifejező formula negáltjából állítják elő. Ha erről bizonyítható, hogy kielégíthetetlen, akkor a tétel bizonyítottan érvényes ($\rightarrow$ érvényes formula).

rezolúciós gráf (resolution graph) – a $\rightarrow$ rezolúció módszerével megoldott $\rightarrow$ tételbizonyítás grafikus ábrázolása, lényegében az $\rightarrow$ üres klóz levezetésének összes lehetőségét ábrázoló $\rightarrow$ cáfolati gráfok összessége. A kiinduló klózhalmaz elemei mellett az összes lehetséges $\rightarrow$ rezolvens klózt, sőt az üres klózt több példányban is tartalmazhatja.

rezolúciós stratégia (resolution strategy) – az általános $\rightarrow$ rezolúció eljárásában bevezetett olyan kényszer (szűkítő feltétel), amely a $\rightarrow$ rezolvens klóz képzésében részt vevő $\rightarrow$ szülő klózek kivá-

lasztására vonatkozik, s az egész eljárás hatékonyságát növeli. Lényegében mindig v. valamilyen rendezési elven alapszik, amely minden soron következő lépésre meghatározza a rezolválandó klózpárt v. valamilyen elv alapján korlátozza a rezolvensképzésre kiválasztható klózpárok halmazát. Az egyik legegyszerűbb ~ az $\rightarrow$ egység-preferencia stratégia, amely az egyetlen $\rightarrow$ literált tartalmazó $\rightarrow$ egységklózokat részesíti előnyben. A korlátozó stratégiák közül fontosabbak a $\rightarrow$ támogató-halmaz stratégia, a $\rightarrow$ lineáris rezolúció (ezt alkalmazzák pl. a $\rightarrow$ PROLOG rendszerekben), ill. az $\rightarrow$ ősre alapozott stratégia. Egyes ~k az aktuális klózhalmaz valamilyen egyszerűsítésére is törekszenek, ilyen pl. a $\rightarrow$ klóztalalkító stratégia, a $\rightarrow$ klóztörő stratégia stb. A számítógépes modellezésben is fontos szerepet játszó ~ a $\rightarrow$ bináris rezolúció.

rezolvens klóz (resolvent clause) – az a $\rightarrow$ klóz, amely két $\rightarrow$ szülő klózból a komplementens $\rightarrow$ literálpár (P és $\neg P$) elhagyása után visszamaradó literálok $\rightarrow$ diszjunkciójaként származtatható ($\rightarrow$ rezolúció). Különös jelentőségű formája az $\rightarrow$ üres klóz, amelynek nincs modellje, tehát kielégíthetetlen.

robot (robot) – olyan mesterséges rendszer, amely képes látszólag intelligensen közreműködni a környező valós világgal. Képes felfogni környezetéből származó bizonyos információkat, és azok értelmezése, ill. feldolgozása révén saját viselkedését (reakcióját) az adott helyzetnek megfelelően kialakítani v. módosítani, esetleg előre nem ismert körülmények között is. A meghatározás első része minden robotra (így az $\rightarrow$ ipari robotokra is), a második része csak az $\rightarrow$ emberszabású (antropomorf) robotokra érvényes. Típusuktól függetlenül a ~ok

három fő funkcionális egységre épülnek: a mechanikus karra (munkavégző egység), működtető (erőátviteli) egységre, ill. a vezérlőegységre.

robotika (robotics) – $\rightarrow$ robotok tervezésével és megvalósításával foglalkozó műszaki tudományág, amely egyre jobban átfedi a MI bizonyos területeit is (látás, $\rightarrow$ térbeni következtetés, $\rightarrow$ döntéelmélet, $\rightarrow$ tervezés stb.). Az $\rightarrow$ emberszabású robotok előállításánál alapvetően szükséges a vizuális információ feldolgozása, a problémamegoldási készség stb., amelyek a MI-kutatások önálló részterületeivé váltak.

robosztus elemzés (robust parsing) – 1. Természetes nyelvű mondatok felismerésére kidolgozott olyan $\rightarrow$ szintaktikai elemzés, amely bizonyos agrammatikus szerkezeteket nem vet el azonnal, hanem megpróbálja azonosítani a hibákat, s azokból következtet az elfogadható helyes formára. Különleges jelentősége van a $\rightarrow$ természetes nyelvű használói felületek, az $\rightarrow$ intelligens számítógépes oktatás programtermékeinek, az adatbázis-lekérdező előtétprogramok stb. előállításában. – 2. A $\rightarrow$ mintafelismerésben használt olyan elemzési módszer, amely lehetővé teszi a minták osztályozását a mért paraméterek bizonyos határokon belüli változásaitól függetlenül is.

ROSIE – $\rightarrow$ szakértőrendszerek előállítására szolgáló, általános célú, szabályalapú, eljárásorientált $\rightarrow$ keretrendszer.

rövidtávú memória (short-term memory, STM) – $\rightarrow$ szabályalapú rendszerek $\rightarrow$ ismeretbázisának az a része, amely az $\rightarrow$ imperatív szabályokat, vagyis a $\rightarrow$ következtető gép saját viselkedésére, a külső információkra adott reakciókra vonatkozó ismereteket tartalmazza. Lényegében a ~ testesíti meg a $\rightarrow$ produkciós rendszer $\rightarrow$ vezérlési stratégiáját.

S

sablonillesztés (template matching) – a látás számítógépes modellezésében, síkbeli, ill. térbeli alakzatok felismerésében használt egyik legrégebbi és legegyszerűbb módszer, amely a felismerésre szánt bemeneti alakzatot előre elkészített és megfelelően tárolt prototípusokkal (sablonokkal) hasonlítja össze. A ~ tkp. olyan →mintaillesztésnek tekinthető, amelynél mindkét mintából hiányoznak a behelyettesítésre szoruló változók. Az összehasonlítás vonatkozhat az alakzatot felépítő összes pontra, javított változatai viszont csak bizonyos kritériumoknak megfelelő kép-, ill. térelemeknek vesznek figyelembe. Az eljárás eredménye egy olyan mátrix, amely a pontonkénti illeszkedés mértékét rögzíti. Az illeszkedés mértékét különböző módszerekkel lehet mérni. Ha a felismerésre szánt képet az $f(x,y)$, a sablont a $t(x,y)$ függvény ábrázolja, akkor az illeszkedés mértékét adott pontban a fényesség-különbségek négyzeteinek összege adhatja:

$$d(x_0, y_0) = \sum [f(x, y) - t(x - x_0, y - y_0)]^2$$

Gyakrabban használt módszer az ún. kereszt-korreláció, amelyet az

$$r(x_0, y_0) = \sum [f(x, y) \cdot t(x - x_0, y - y_0)]$$

alapján számítanak. A ~ igen elterjedten használt módszer az olyan rendszerekben, ahol ismert objektumokat kell felismerni képeken, amikor a jelenlét biztos, de a kép torzított, v. zajos.

SAM – a →forgatókönyv elméletén alapuló, →történetmegértést modellező rendszer, R. Cullingford fejlesztette ki a 70-es évek második felében. Újságcikkek feldolgozása alapján kérdésekre képes válaszolni. Fontos alrendszere az →ELI, amely a forrásszövegek →feltételezésvezérelt elemzése révén a →fogalmi függőség formalizmusába alakítja a kiszűrt ismereteket, s lényegében ez az egyetlen alrendszer, amely nyelvészeti vonatkozásokkal foglalkozik. A nyelvfüg-

getlen, fogalmi ábrázolás lehetővé teszi a szövegkivonatolást, ill. a fordítást is.

SCHOLAR – J. R. Carbonell által kidolgozott számítógéps oktatórendszer. Eredetileg földrajzi ismeretek oktatására készült, →tudásábrázolási formalizmusa viszont lehetővé teszi a szakterület viszonylag könnyű változtatását is. Az első olyan →tudásalapú rendszernek tekintik, amely többé-kevésbé sikeresen modellezte az →okfejtő következtetést.

SHRDLU – a →természetesnyelv-megértést modellező, a terület határkövéként számon tartott rendszer, amelyet T. Winograd dolgozott ki a 70-es évek elején. Lényegében a →kockák világára vonatkozó, természetes nyelvű →kérdés-válasz rendszer.

SIMULA – diszkrét rendszerek szimulációjára kifejlesztett magasszintű programozási nyelv, amely az ALGOL-60 kiterjesztésének tekinthető. Alapvető tulajdonsága az olyan folyamatok leírhatósága, amelyek – megfelelő felügyelet mellett – párhuzamosan is működhetnek. A diszkrét rendszer modelljét a dinamikus kölcsönhatásban lezajló folyamatok alkotják, amelyek saját adatokkal és jellemző utasításokkal rendelkeznek. Az egyes folyamatok a használó által definiálható osztályok →példányai. Ez utóbbi újítása komoly hatással volt egy új programozási módszertan kialakulására, amely az →objektumorientált programozás néven vált ismertté. (Az első →objektumorientált nyelv, a →SMALL-TALK kiinduló bázisaként is tkp. a ~ szolgált.)

Skolem-függvény (Skolem-function) – az →elsőrendű logika nyelvében egy →jólformált formula olyan átalakításában használt függvény, amely lehetővé teszi az →egzisztenciális kvantorok kiküszöbölését. Az $(\forall x)(\exists y)P(x, y)$ formula azt fejezi ki, hogy minden x -hez létezik legalább egy olyan y úgy, hogy a $P(x, y)$ igazságértéke igaz legyen. Bevezethető tehát egy olyan $g(x)=y$ függvény, amely

minden x -hez hozzárendeli a megfelelő y -t. Ilyen alapon az eredeti formula $(\forall x)P(x, g(x))$ alakra hozható, miközben a kielégíthetőségi tulajdonsága nem változik. Az így bevezetett függvényt nevezzük tkp. $\sim$ nek.

Skolem-konstans (Skolem-constant) – az $\rightarrow$ elsőrendű logika nyelvében egy $\rightarrow$ jólformált formula olyan átalakításában használt konstans ($\rightarrow$ individuum-konstans), amely lehetővé teszi az $\rightarrow$ egzisztenciális kvantorok kiküszöbölését, miközben megőrzi a formula kielégíthetőségi tulajdonságát. Az $(x)P(x)$ formula kielégíthető, ha a $P(c)$ formula is az, tehát a $\rightarrow$ rezolúcióban az első az utóbbival helyettesíthető. Az így bevezetett c konstanst nevezzük tkp. $\sim$ nak.

Skolem-normálalak (Skolem normal form, SNF) – az $\rightarrow$ elsőrendű logika nyelvében $\rightarrow$ jólformált formulák speciális alakja, amelynek központi szerepe van az $\rightarrow$ automatikus tételbizonyításban. Tkp. egy formulának olyan $\rightarrow$ prenex normálalakja, amelyben a prefixum csak $\rightarrow$ univerzális kvantorokat tartalmaz. (Az $\rightarrow$ egzisztenciális kvantorokat $\rightarrow$ Skolem-konstanstok, ill. $\rightarrow$ Skolem-függvények bevezetésével ki lehet küszöbölni.) Bármely $\rightarrow$ zárt mondat (formula) átalakítható $\sim$ úvá úgy, hogy ha az eredeti formula $\rightarrow$ kielégíthetetlen formula, akkor $\sim$ ja is az.

SMALLTALK – az $\rightarrow$ objektumorientált nyelvek első, reprezentatív képviselője, amely tkp. az $\rightarrow$ objektumorientált programozás fogalmát bevezette. A $\rightarrow$ SIMULA nyelvre támaszkodik, s a $\rightarrow$ LISP-ből is vett át bizonyos megoldásokat. Eredetileg egy személyi számítógép általános használói felületként tervezték, amely az operációs rendszerrel folytatott párbeszédre, programozásra és grafikakezelésre egyaránt alkalmas. Alapvető újítása, hogy a használatnak elsősorban azt kell közölnie, hogy mit szeretne, s nem azt, hogy hogyan. A hagyományos adat és eljárás fogalmakat a $\sim$ az objektum és az üzenet fogalmakkal helyettesítette.

Az objektumok adatok és az azokat kezelő eljárások szerves egységei, s magasabb szintű objektumok $\rightarrow$ példányai. Így olyan hierarchikus struktúra alakítható ki, amelyben az objektumok örökölhetik osztályuk tulajdonságait (adatait) és módszereit. Eljáráshívások helyett az üzenetátvitel az egyetlen vezérlési struktúrája.

standard elmélet (standard theory, ST) – a $\rightarrow$ transzformációs nyelvtan N. Chomsky által kidolgozott eredeti elméletének elnevezése a szakirodalomban. Két alapvető komponensre épül: a $\rightarrow$ bázisnyelvtanra és a $\rightarrow$ transzformációkra.

statikus kiértékelő függvény (static evaluation function) – $\rightarrow$ játékfák kiértékelésében használt numerikus függvény, amellyel az adott mélységig kiterjesztett $\rightarrow$ keresőfa levélcsomópontjait jellemezni lehet a $\rightarrow$ nyerő stratégia meghatározása érdekében. Lényegében azt jellemzi, hogy a pillanatnyi állás mennyire ígéretes a soron következő játékos szempontjából. A $\sim$ rendszerint az adott játék logikájának megfelelően határozható meg, általános konvenció viszont, hogy nagyobb érték járul a vizsgált játékos szempontjából kedvező állásokhoz, és kisebb az ellenfél számára kedvező helyzetekhez. A statikus jelző arra utal, hogy a $\sim$ értéke kizárólag az adott állástól függ ($\rightarrow$ minimax eljárás).

statikus modell (static model) – valamely jelenség adott időpillanatra vonatkozó állapotát leíró $\rightarrow$ modell, amely nem veszi figyelembe az ábrázolt jelenség dinamikus, időfüggő vonatkozásait. Segítségével a modellezett jelenség egy időpontra vonatkoztatott alternatív lehetséges állapotait hasonlítják össze (szemben a $\rightarrow$ dinamikus modellel).

statikus tudás (static knowledge) – mesterséges intelligens rendszerek olyan $\rightarrow$ ismeretbázisa, amely statikus, „tökéletes”, időben változatlan v. alig változó világmodellre épül. Elsősorban a „tisztá” $\rightarrow$ szabályalapú rendszerekre jel-

lemző, amelyek semmilyen tanulási készséggel sem rendelkeznek.

statisztikai következtetés (statistical inference) – bizonytalan információk alapján végzett olyan →valószínű következtetés, amely a statisztikai elemzés matematikailag igazolt törvényeit használja fel bizonyos hipotézisek elfogadására v. visszautasítására, ill. a levont következtetések megbízhatóságának jellemzésére. Számítógéppel viszonylag pontosan és egyszerűen modellezhető numerikus eljárás, viszont csak bizonyos feladatosztályoknál alkalmazható (jellegzetesen pl. az orvosi diagnosztikát modellező →szakértőrendszerekben).

stratégiai játék (strategic game) – →játék

súlyozott gráf (weighted graph) – olyan →gráf, amelynek éleihez olyan nu-

merikus attribútumokat rendeltek, amelyek a csomópontok által képviselt objektumok közötti viszonyokat jellemzik. A →keresés különböző változataiban a numerikus attribútum rendszerint az ún. →költség (→kiértékelő függvény, →heurisztikus függvény).

SYSTRAN – a 70-es évek elején a Georgetown Egyetemen kifejlesztett →gépi fordítórendszer. Eredetileg orosz–angol fordításra készült, s az első kereskedelmi forgalomban is sikeres fordítórendszerként tartják számon. (Jellemző sikerére, hogy az 1974-es Szojuz-Apollo közös űrrepüléssel kapcsolatos anyagok fordítására is felhasználták.) Később más nyelvpárosokra is átalakították, így angol–francia, angol–olasz stb. fordításra.

SZ

szabad változó (free variable) – valamely $\rightarrow$ nyitott mondat olyan változója ($\rightarrow$ individuumváltozója), amely a kvantifikáció hatáskörén kívül esik ($\rightarrow$ egzisztenciális kvantifikáció, $\rightarrow$ univerzális kvantifikáció).

szabály (rule) – a valós (v. a modellezett absztrakt) világra vonatkozó $\rightarrow$ tudás speciális formája, a $\rightarrow$ tudásalapú rendszerek alapvető összetevője, lényegében a $\rightarrow$ ténytudás egyik változata. Két tipikus formája ismeretes. A deklaratív $\sim$ általában a tükrözött világ működésére, ok-okozati összefüggéseire vonatkozik, tehát a mesterséges rendszernek azt mondja meg, hogy mit tudhat, ill. milyen véleményt alkothat, milyen következtetést vonhat le. Az imperatív $\sim$ elsősorban a következtető rendszer saját viselkedésére, a külső információkra adott reakciójára vonatkozik, lényegében a deklaratív $\sim$ ok használhatóságát szabályozza. A deklaratív $\sim$ ok értelmezése a különböző szabályalapú rendszerekben némileg eltérhet, a leggyakoribb változatok között említhetők: következtetési $\sim$: ha a feltétel rész teljesül, akkor a következmény részt hozzácsatolják az $\rightarrow$ ismeretbázishoz; produkciós $\sim$: ha a feltétel rész teljesül, akkor a következmény részben jelzett eljárások révén változtatják meg az ismeretbázis tartalmát; hipotéziskezelő $\sim$: az ismeretek bizonytalanságát kezeli a klasszikus valószínűség-számítás, v. más, rendszerint empirikus kalkulus alapján ($\rightarrow$ bizonyossági tényező, $\rightarrow$ Bayes-féle döntési módszer stb.); kényszerkezelő $\sim$: az ismeretbázis konzisztenciáját ellenőrzi a következmény részben jelzett kényszerek kielégíthetőségének alapján ($\rightarrow$ igazságkarbantartó rendszer).

szabályalapú rendszer (rule-based system, RBS) – általános értelmezésben az emberi (szakértői) tudás begyűjtésére, ábrázolására, rendezésére, rögzítésére, visszakeresésére, ill. az ezen ala-

puló következtetésre kidolgozott mesterséges (számítógépes) rendszer, amely alapvetően a „ha (feltételek), akkor (következmények)” formájú $\rightarrow$ szabályokra támaszkodik (pl. $\rightarrow$ produkciós rendszer). A feltétel rész tartalmazza mindazokat a kritériumokat, amelyeknek teljesülnie kell ahhoz, hogy az illető szabály alkalmazható legyen, vagyis a következmény rész megvalósulhasson. Mint a $\rightarrow$ tudásalapú rendszerek általában, a $\sim$ is két alapvető összetevőre támaszkodik: az $\rightarrow$ ismeretbázisra és a $\rightarrow$ következtető gépre. Az ismeretbázis tényeket és szabályokat tartalmaz, s két további részre tagolódik. A $\rightarrow$ hosszútávú memória a problémakörre jellemző általános tényeket és szabályokat tartalmazza, és alapvetően statikus jellegű. A $\rightarrow$ rövidtávú memória a konkrét feladat premisszáit, ill. a következtetés során leszűrt új tényeket és szabályokat tartalmazza, s így dinamikus jellegű. A következtető gép működési ciklusa egy szelekciós és egy végrehajtási fázisra épül. Az első fázisban a rendszer megállapítja az alkalmazható szabályok halmazát, ill. végrehajtásra kiválasztja a legmegfelelőbbet (rendszerint $\rightarrow$ mintavezérelt visszakeresés alapján). A végrehajtási fázisban a rendszer értelmezi a kiválasztott szabály következmény részét, s annak alapján megváltoztatja a dinamikus memória állapotát (tartalmát). Maga a következmény is két típusú lehet: valamilyen tevékenység, amely ténylegesen végrehajtott, v. (logikai) következmény, amely új tényként épül be a dinamikus ismeretbázisba. A $\sim$ ek előállítására kidolgozott fejlesztési környezetek ($\rightarrow$ ke-retrendszerek) között a legfontosabbak: az $\rightarrow$ EMYCIN, az $\rightarrow$ OPS5, a $\rightarrow$ Hearsay-III stb.

szakértőrendszer (expert system, ES, XPS, XS) – a 70-es években megjelent speciális rendeltetésű programtermék ($\rightarrow$ tudásalapú rendszer), amely sok tekintetben az emberi szakértőhöz hasonlóan old meg feladatokat. Az ember-

gép kapcsolat megvalósításának sokat ígérő új megközelítése, különösen a $\rightarrow$ logikai programozás elméletének és módszertanának kidolgozása után. Lényegében ismeretek, gyakorlati tapasztalatok rendezett gyűjteménye, amelyeket emberi szakértők sokszor egy életen keresztül gyűjtöttek össze, és amelyeket igen ritkán lehet pontos matematikai formalizmussal leírni. Az emberi szakértekhöz hasonlóan a $\sim$ is elsősorban $\rightarrow$ szimbolikus következtetések és heurisztikus módszerek ($\rightarrow$ heurisztika) alkalmazásával jut el az eredményhez. Tkp. a számítógép teljesítőképességének és az emberi tapasztalatnak, feladatmegoldó képességnek ($\rightarrow$ tárgyköri tudásnak) szerencsés összekapcsolása, amely viszonylag szűk szakterületeken (pl. az orvostudomány egyes ágaiban, a molekuláris biológiában, a geológiában, a berendezés-karbantartásban, a $\rightarrow$ beszédmegértésben, a $\rightarrow$ képmegértésben stb.), a tárolt $\rightarrow$ ismeretek jól irányított felhasználásával eredményesen és hatékonyan képes aránylag bonyolult feladatokat megoldani (szemben az $\rightarrow$ általános problémamegoldóval, amelynek hatékonysága még igen távol áll a gyakorlatban megkívánt szinttől). A tárgyköri tudásnak a mesterséges rendszerekben való hasznosítására a MI-kutatásoknak új területe alakult ki, az $\rightarrow$ ismerettechnológia. Felépítését tekintve a $\sim$ két alapvető komponensre épül: az $\rightarrow$ ismeretbázisra és a $\rightarrow$ következtető gépre.

szaktudás (domain knowledge) – $\rightarrow$ tárgyköri tudás

számítástechnikai formalizmus (computational formalism) – a $\rightarrow$ tudás-ábrázolás programozástechnikai megközelítésére kidolgozott formalizmus. Legismertebb, gyakorlati eredményeket is felmutató változatai (nem feltétlenül fontossági sorrendben): a $\rightarrow$ funkcionális programozás, legfontosabb képviselője a $\rightarrow$ lambda-kalkuluson alapuló $\rightarrow$ LISP programozási nyelv; a $\rightarrow$ logikai programozás, legfontosabb képviselője

az elsőrendű $\rightarrow$ predikátumkalkuluson alapuló $\rightarrow$ PROLOG nyelv; a $\rightarrow$ szabályalapú rendszer, fontos képviselője az $\rightarrow$ OPS5; az $\rightarrow$ objektumorientált programozás, első képviselője a $\rightarrow$ SMALL-TALK, de ma már az általánosan használt C, Pascal stb. programozási nyelvek is támogatják; a gráfábrázolásra, ill. -bejárásra orientált formalizmusok ($\rightarrow$ ÉS/VAGY gráfok, $\rightarrow$ szemantikus hálók, $\rightarrow$ keretalapú ábrázolások stb.).

számítógép (computer) – tágabb értelemezésben minden olyan berendezés, amely megfelelő bemenő adatok alapján olyan kimenő adatokat képes előállítani, amelyek v. közvetlenül értelmezhetők a használók részére, v. más berendezések vezérlésére alkalmasak. A hagyományos számítástechnika szűkebb értelmezésében olyan elektronikus berendezés, amely információk (adatok + programok) tárolására alkalmas memóriával rendelkezik, az adatok feldolgozásához programra van szüksége, és saját tevékenységét, működését vezérelni képes. A MI minőségileg új értelmezésében olyan mesterséges rendszer, amely élő szervezetekre (végső fokon az emberre) jellemző, többé-kevésbé intelligens viselkedésre, problémamegoldó tevékenységre alkalmas ($\rightarrow$ tudás + $\rightarrow$ következtetés). A napjainkban szinte egyeduralkodó $\rightarrow$ Neumann-architektúra lényegében csak úgy képes MI-programok végrehajtására, hogy a jellegzetes ábrázolási formalizmusokat ($\rightarrow$ tudásábrázolást) és eljárásokat a lineáris memória lehetőségeire képezi le, a logikai következtetést pedig logikai és részben aritmetikai műveletek segítségével szimulálja. A természetesen alacsony hatásfokú működés minőségének javításához elsősorban a $\sim$ -architektúra átértékelésére van szükség, s az erre vonatkozó kutatásoknak lényegében két fő irányzata figyelhető meg. Az evolutív irányzat nem veti el teljes egészében a Neumann-architektúra alapvető elveit, de azokat igyekszik a MI szempontjainak szellemében

módosítani. Ebbe az irányzatba sorolhatók lényegében a technológiai fejlődésnek köszönhető egyre nagyobb kapacitású memóriák, ill. gyorsabb processzorok, a →MI programozási nyelvekre (elsősorban a →LISP-re) épülő, speciális utasításkészletű processzorok (→LISP-gép), a párhuzamos architektúrák (pl. a →kapcsolat-gép, a →Boltzmann-gép, a →NON-VON architektúra) stb. A revolutív irányzat ezzel szemben radikálisan szakít(ana?...) a Neumann-architektúrával, s tkp. a japánok által meghírdetett, ún. →ötödik generációs számítógép tervezete képviseli.

számítógépes nyelvészet (computational linguistics, CL) – az írott v. beszélt természetes nyelvek számítástechnikai tanulmányozásával (modellezésével) foglalkozó tudomány. Alapvető célja olyan mesterséges rendszerek előállítása, amelyekben a természetes nyelvek központi szerepet játszanak, s mint olyan, a MI-kutatások egyik legfontosabb területe. Gyakran szinonimaként használják a →természetesnyelv-feldolgozással, bár ez utóbbi inkább az alkalmazások mérnöki vonatkozásaival foglalkozik. A ~ legfontosabb kutatási területei a →szintaxis, a →szemantika, a →pragmatika, az akusztika, ill. a fonetika, a nyelvgenerálás, az →automatikus programozás, a →gépi fordítás, a →beszédmegértés, az adatbázis-lekérdezés, az automatikus kivonatolás, az automatikus indexelés, a párbeszédes rendszerek (→kérdés-válasz rendszerek) stb. Fejlődésének több szakasza különíthető el. Az első (kb. 1950–1965) szinte kizárólag a gépi fordításra, a →transzformációs nyelvtanokra és az információ-visszakeresésre szorítkozott. A gépi fordítást egyszerű, egy az egyben történő kódátalakítási eljárásnak tekintette, tehát szó sem volt nyelvi elemzésről v. megértésről. A transzformációs nyelvtanok N. Chomsky nevéhez fűződnek, aki az →automaták elméletét próbálta alkalmazni a természetes nyelvekre, s

ezzel megalapozta a mesterséges (programozási) nyelvek elméletét. A második szakasz (1965–1970) a fő hangsúlyt az adatbázisok természetes nyelvű lekérdezhetőségére helyezte. Ehhez már bizonyos fokú megértés is szükséges volt, s jelentős eredmények születtek, főleg az angol nyelv egy részhalmazának vonatkozásában. Megjelentek az első kérdés-válasz rendszerek. Az elméleti kutatások eredményeként jelentek meg az első adekvát formalizmusok a természetes nyelvek kezelésére (→rekurzív átmenetháló, →bővített átmenetháló, →esetnyelvtan, →fogalmi függőség, →szemantikus háló stb.). A következő szakasz (1970–1984) főleg gyakorlati alkalmazások megjelenésével jellemezhető, amelyekben a MI-kutatások eredményei is fellelhetők, elsősorban T. Winograd és W. Woods munkásságának köszönhetően. A legfontosabb alkalmazási területek a számítógépes képzés, az irodagépesítés, az automatikus programozás, az adatbázis-kezelés, a →szakértőrendszerek stb. Az utolsó szakasz kb. 1984-től tart napjainkig. A gépi fordítás újra a figyelem központjába került, új alapokon, elsősorban a MI-kutatások fényében. Ehhez kapcsolódnak az elemzések és a nyelvtani formalizmusok terén elért kutatási eredmények (→definiálóz-nyelvtan, →logikai nyelvtan, →bővített mondat szerkezetű nyelvtan, →fabővítő nyelvtan, →lexikális-funkcionális nyelvtan, →funkcionális nyelvtan stb.). Fontos kutatási terület az agrammatikus szerkezetek felismerése és javítása, s ezzel kapcsolatban a beszélt nyelv megértése. A szemantika-kutatások elsősorban a természetes nyelvű kifejezések jelentéstartalmának megértésére és ábrázolására irányulnak, s szervesen kapcsolódnak a MI más területein is alapvető →tudásábrázoláshoz. Érdekes kutatási terület a nyelvtanulás, ill. -elsajátítás megismerése és modellezése, amely szintén szoros kapcsolatban áll a MI-kutatások más területeivel.

számítógépes pszichológia (computational psychology) – a MI és a →kognitív pszichológia határterületeit magába foglaló tudományág. Központi célkitűzése a kognitív pszichológia által vizsgált jelenségek (pl. tudásszerzés, tudásrögzítés, tudáshasznosítás stb.) számítógépes modellezése, ill. a vizsgálati eredmények igazolása. Az egyik fő irányzat kiinduló feltételezése az a megállapítás, hogy mind az emberi agy, mind a számítógép általános célú, szimbólumkezelő rendszernek tekinthető, tehát működésük is párhuzamba állítható. A másik irányzat ezzel szemben a →neuronhálóknak látja az ember mentális tevékenységének alapvető modelljét (→mesterséges intelligencia).

szélességi keresés (breadth-first search) – →horizontális keresés

szemantika (semantics) – általában jelentéstartalommal, a jeleknek (szimbólumoknak) a külső világgal való kapcsolatával foglalkozó szabályok összessége, a →szemiotikának alapvető komponense (a →szintaxis, ill. a →pragmatika mellett). A nyelvek viszonylatában tehát csak a nyelv szavainak, ill. mondatainak jelentésével foglalkozik, figyelmen kívül hagyva azok formai-szerkezeti jellegzetességeit, ill. használati módját. A ~ egyben a nyelvek leírásának fontos része. A természetes nyelveknél empirikus megfigyelés eredménye (akárcsak a szintaxis), bár bizonyos mértékben tudatos tevékenység eredménye is lehet (elsősorban a tudományos szakterületek speciális szókinsénél). A természetes nyelvek ~ja szorosan kapcsolódik a →pragmatikához. A természetes nyelvek megértésének számítógépes modellezésénél a ~ nem mindig választható el a szintaxistól sem. A szintaktikai elemzésnek szüksége lehet a ~i tudásra bizonyos típusú kétértelműségek feloldására, a ~i elemzés pedig rendszerint a szintaktikai szerkezeteket is figyelembe veszi (→szemantikai elmélet). A →formá-

lis nyelvek ~ját szinte teljes mértékben megalkotják.

szemantikai elemzés (semantic parsing) – természetes nyelvek megértésében alkalmazott eljárás, amely a →szintaxisvezérelt elemzéshez hasonló, de szintaktikai kategóriák helyett magasabb szintű fogalmakat használ (→szemantikai nyelvtan). ~t használnak rendszerint a →szemantikus hálók generálására is.

szemantikai elmélet (semantic theory) – természetes nyelvek megértésének számítógépes modellezésére kidolgozott elmélet. Két alapvető feladata van: a jelentéstartalom (számítógépen megvalósítható) ábrázolására alkalmas formalizmus meghatározása, ill. egy olyan módszer kidolgozása, amely lehetővé teszi a természetes nyelven kifejezett mondatok strukturális (→felszíni) szerkezetének a jelentéstartalomra (→mélyszerkezetre) való leképezését. Az első feladat az általános →tudásábrázolás speciális változataként kezelhető. A második elvileg két irányból közelíthető meg: az egyik lehetőség a →szintaktikai, ill. →szemantikai elemzésnek különálló folyamatokként történő megvalósítása, a második a szintaktikai elemzést részben v. teljesen kiküszöböli. (Létezik ugyan egy közbelső utat követő módszer is, a →szemantikai nyelvtan.) A ~ek egyik fontos jellemzője a →kompozíciós elv, amely szerint a mondat jelentéstartalma az összetevők (szavak) jelentésének függvénye.

szemantikai nyelvtan (semantic grammar, SG) – természetes nyelvek leírására használt olyan formalizmus, amely a szintaktikai információk mellett szemantikai fogalmakat is használ. Megkülönböztető jellegzetessége tehát nem az alkalmazott formalizmus, hanem a felhasznált információk (ismeretek) jellege. Az alkalmazott formalizmusok igen változatosak lehetnek (pl. →bővített átmenetháló, →általánosított mondat szerkezetű nyelvtan stb.). Általában nem képes minden nyelvi fordulatot kezelni, de

bizonyos résznyelvek modellezésére igen alkalmas. Alapvető jellegzetessége, hogy a természetes nyelv leírását nem az ismert szintaktikai kategóriák segítségével végzi, hanem az adott alkalmazási területre jellemző szemantikai fogalmakkal. Ebből kifolyólag az egyes részterületekre mindig új nyelvtant kell kidolgozni, még akkor is, ha ugyanazt a természetes nyelvet használják. Ezt a hátrányt bőven kárpótolja azonban az a tény, hogy sokkal egyszerűbb, tehát hatékonyabb elemzőt igényel, amelyből esetleg teljesen hiányozhat a szintaktikai elemzés. Ugyancsak előnyt jelent, hogy szintaktikailag helytelen, de szemantikailag teljes szövegeket is képes kezelni, tehát lekérdezőnyelvek, $\rightarrow$ kérdés-válasz rendszerek stb. számára gyakorlati megoldást biztosít. A $\sim$ -nal rokon nyelvtanostálya a $\rightarrow$ pragmatikus nyelvtan, amely még szemantikus információt is alig használ.

szemantikus háló (semantic network) – a $\rightarrow$ tudásábrázolás egyik alapvető formalizmusa, amely hálószerkezettel (tkp. $\rightarrow$ hipergráffal) próbálja visszatükrözni a valós világról alkotott $\rightarrow$ fogalmakat és az ezek között fennálló komplex viszonyokat. M. Masterman dolgozta ki a 60-as évek végén a természetes nyelvű mondatokban rejlő jelentéstartalom ábrázolására. Lényegében olyan $\rightarrow$ gráf, amelyben a csomópontok képviselik a fogalmakat, jelenségeket, állapotokat stb., az összekötő élek pedig a közöttük fennálló viszonyokat, hierarchikus alá- és fölérendeléseket ($\rightarrow$ fogalmi hierarchia). A $\rightarrow$ szintaxist és a $\rightarrow$ szemantikát egyaránt modellezi, így adekvát formalizmus nyelvek leírására. Ilyen vonatkozásban a $\sim$ nyelvéről is lehet beszélni, amelynek segítségével fogalmak, események, állapotok, ill. az ezek között fennálló relációk (viszonyok) írhatók le. A $\sim$ számos változata ismert annak alapján, hogy milyen szempontok szerint választották meg a $\rightarrow$ szemantikus primitívákat. Ebből következik, hogy a $\sim$ -k értelmezése is igen

változatos, az őket összekötő közös vonás tkp. csak az ábrázolásra használt hálószerkezet. A legegyszerűbb változat a $\rightarrow$ relációs gráf, ill. annak általánosított formája, a $\rightarrow$ mondatháló. Maga a hálószerkezetes ábrázolás lényegében csak $\rightarrow$ szintaxis, szemantikai tartalommal való feltöltéséhez jelentést kell kapcsolni a csomópontokhoz és az élekhez. A szemantikai bázis extenzionális v. intenzionális jellegű lehet ($\rightarrow$ kétszintű szemantika). A $\sim$ nyelvelemzésre, ill. nyelvgenerálásra egyaránt adekvát formalizmus. Az elemzésben lehet segédeszköz (mint pl. a $\rightarrow$ szintaxisvezérelt elemzésben v. a $\rightarrow$ szemantikai elemzésben), de lehet alapformalizmus is (pl. a $\rightarrow$ fogalmi elemzésben v. a $\rightarrow$ szószakértő elemzésben). A nyelvgenerálásban a $\sim$ a kiinduló struktúra, ennek megfelelő bejárása révén lehet lineáris szimbólumsorozatok ($\rightarrow$ felsőszintű szerkezeteket), mondatokat létrehozni.

szemantikus memória (semantic memory) – a valós világ tényeiből, eseményeiből, összefüggéseiből leszűrhető $\rightarrow$ tudásnak, mint fogalomrendszernek visszatükröződése az emberi tudatban. A $\rightarrow$ kognitív pszichológia szempontjából az a memória, amely a természetes nyelvek megértéséhez szükséges, hosszútávú ismereteket rögzíti, szemben az $\rightarrow$ epizodikus memóriával, amely jellegzetes epizódok, események mechanikus visszatükrözését jelenti. E két típusú memória a valóságban nem különíthető el ilyen szigorúan, mesterséges rendszerekben viszont hasznos lehet külön kezelésük (bár ábrázolási mechanizmusuk sokszor megegyezik). A $\sim$ tkp. általános fogalom mindazon memóriatípusok jelölésére, amelyek hálószerkezetekkel modellezik a fogalmi hierarchiában kifejezett $\rightarrow$ szemantikát (pl. $\rightarrow$ szemantikus háló, $\rightarrow$ asszociatív memória stb.).

szemantikus primitíva (semantic primitive) – általában jelentéstartalom kifejezésére használt, tovább oszthatatlan elem. Lényegében a $\rightarrow$ tudás kifejezésé-

nek primitív eszköze. Értelmezésére rendszerint megfelelő mechanizmus áll az intelligens rendszer rendelkezésére, s tkp. így valósulhat meg az információátvitel (pl. a vizuális v. akusztikai információk érzékelése). A ~knak különleges szerepük van a nyelvek viszonylatában, ahol a →szemantika alapjául szolgálnak. Egy minimális ~halmaz meghatározása mindig is a tudományos vizsgálódás központi célkitűzése volt. Példa erre Arisztotelész kategóriarendszere, amely az összes filozófiai irányzatban fellelhető napjainkig (→fogalmi hierarchia). A mesterséges rendszerek szempontjából kidolgozott elméletek közül fontosabbak: a →preferenciális szemantika, a →fogalmi függőség, a →kétszintű szemantika stb.

szemiotika (semiotics) – jelekkel, ill. jelrendszerekkel foglalkozó tudomány, amelynek három fő összetevője: a →szintaxis, a →szemantika, ill. a →pragmatika. A nyelvek, mint jelrendszerek, természetesen a ~ vizsgálódásainak tárgyai.

szerencsejáték (game of hazard) – →játék

szerkezeti többértelműség (structural ambiguity) – természetes nyelvi jelenség, amely abban nyilvánul meg, hogy azonos →felszíni szerkezet két v. több →mélyszerkezetnek is megfelelő lehet.

szillogisztikus következtetés (syllogistic reasoning) – →taxonómiára, ill. →fogalmi hierarchiára épülő →következtetés, amelynél a következmény az illető hierarchia struktúrájából következik. MI-programokban az →öröklési hierarchia elméleti alapja.

szillogizmus (syllogism) – 1. Eredeti értelmezésben a →deduktív következtetés. – 2. Az →elsőrendű logika egyik →következtetési szabálya. Formája:

$$\frac{A \rightarrow B, B \rightarrow C}{A \rightarrow C}$$

értelmezése pedig: ha két ítéletet közös fogalom kapcsol egybe, akkor a következmény olyan ítélet, amelyből a közös fogalom hiányzik.

szimbolikus következtetés (symbolic reasoning) – →szimbólumokkal kifejezett →ismeretek, ill. az azok között fennálló viszonyok alapján végzett →következtetés.

szimbolikus modell (symbolic model) – olyan →modell, amely az ábrázolt világrészlet elemeit, ill. az azok között fennálló kapcsolatokat szimbolikus (pl. matematikai) eszközökkel írja le.

szimbolikus logika (symbolic logic) – a →formális logika alkalmazása egy →formális nyelv segítségével (→logikai rendszer).

szimbólum (symbol) – 1. Jel v. jelso-rozat, amellyel valamilyen objektumot, állapotot v. fogalmat ábrázolnak, s amely az ember v. a számítógéprendszer által értelmezhető. Információelméleti, ill. adatfeldolgozási szempontból a fizikailag rögzített, feldolgozható, ill. átvihető ~ot adatnak, az adathoz rendelt jelentést pedig információnak nevezik. A →formális nyelvek vonatkozásában különleges jelentősége van a →terminális szimbólumnak, ill. a →nemterminális szimbólumnak, amelyeket a →generatív nyelv-tanokban használnak. – 2. A MI szempontjából ~ minden olyan karaktersorozat, amely a valós világ egy-egy konkrét fogalmát képviseli. A →szakértőrendszerek pl. kevésbé dolgoznak pontos algoritmusokkal, helyettük többnyire ~okat választanak a feladat fogalmainak ábrázolására, és ezeken végeznek heurisztikus műveleteket. Pl. a következő ~:

oldódás ((NaCl, H₂O), jó)

valószínű értelmezése: „a konyhasó jól oldódik vízben”.

szimbólumfeldolgozó nyelv (symbol manipulation language) – szöveges (jel-sorozatos) információk feldolgozására szolgáló eljárások programozását megvalósító magasszintű programozási

nyelv. A számításorientációjú nyelvekkel (ALGOL, FORTRAN stb.) szemben a ~ utasításai szimbólumokkal (betűkkel, jelekkel stb.) és ezek különböző struktúráival (listákkal, jelsorozatokkal stb.) végeznek műveleteket. Egyes esetekben – különösen nyelvészeti orientációjú ~eknél – kötött formájú program rendezett utasítássorozata helyett szabályok rendezetlen v. részben rendezett halmazát használják fel a végrehajtandó műveletek meghatározására. Természetesen ekkor is szükség van egy „metaalgoritmusra”, amely a szabályokban foglalt információk értelmezésére és a nekik megfelelő műveletek elvégzésére vonatkozik. A ~eket főleg gondolkozási folyamatok modellezésére, matematikai tételek bizonyítására, logikai feladatok megoldására, nyelvek formális szerkezetének és logikai apparátusának vizsgálatára, információk sokrétűen kapcsolódó rendszerének tárolására és változó szempontok szerinti visszakeresésére stb. használják. A legismertebb ~ a SNOBOL, a →LISP, a CONVERT, a COGENT stb.

szintaktikai elemzés (parsing, syntactical analysis) – eljárás, amely természetes (v. mesterséges) nyelvű mondatokról megállapítja, hogy hozzátartoznak-e az adott nyelvhez (grammatikusak-e, vagyis a nyelv szabályai szerint jólképzettek-e), s ha igen, olyan szerkezeti leírásokat ad róluk, amelyeket utólag más célokra fel lehet használni. (Klasszikus értelemben a mondatot alkotó szavakat besorolja fajuk és nemük alapján, s feltárja a közöttük fennálló nyelvtani viszonyokat.) A →matematikai (ill. →számítógépes) nyelvészet kibővítette a fogalom tartalmát, s a ~ elsősorban nyelvéleíró, ill. -felismerő eljárássá alakult. A MI szempontjából a ~ úgy is felfogható, mint a nyelvi →tudás alapján történő →következtetés, amelynek szabályait a nyelvtan szolgáltatja (pl. →transzformációs nyelvtan, →fogalmi függőség stb.). E szabályok alkalmazási

sorrendisége a ~ stratégiáját képezi, s egyben osztályozza is a ~t. Az egyik osztályozási kritérium a →felszíni szerkezet felépítési iránya. A →levezető elemzés a →szintaxisfát a gyökércsomópontból (→kezdőszimbólumból) kiindulva építi fel. Az →összevonó elemzés a levélcsomópontokból (bemenő szimbólumsorozatból) indul ki, s azok összevonásos helyettesítésével próbál visszajutni a kezdőszimbólumhoz. A második osztályozási kritérium az alkalmazható →helyettesítési szabályok sorrendisége. A →vertikális elemzés a szintaxisfát áganként, a →horizontális elemzés szintenként építi fel. Az előbbinek hatékony →visszalépegetést kell alkalmaznia zsákutcába jutásnál, míg az utóbbinak erre nincs szüksége, viszont igen tárigényes, mert minden lehetőséget észben kell tartania. A →természetesnyelv-feldolgozásban a hagyományos ~ szemantikus, ill. fogalmi vonásokkal bővül, s így lényegében →heurisztikus elemzéssé alakul át (pl. →feltételezésvezérelt elemzés, →szószakértő elemzés stb.).

szintaktikai elemző (parser, syntactical analyser) – a →szintaktikai elemzést mint algoritmust végrehajtó absztrakt gép. Lényegében két, jól elkülöníthető feladatot végez. A bemenetén jelentkező szimbólumsorozatról el kell döntenie, hogy az hozzátartozik-e az adott nyelvhez, v. sem. Másfelől fel kell építenie a sorozatra jellemző struktúrát (a →transzformációs nyelvtan fogalmai szerint a →felszíni szerkezetet).

szintaxis (syntax) – általában formai, szerkezeti és képzési szabályok összessége, a →szemiotikának alapvető komponense (a →szemantika, ill. a →pragmatika mellett). A nyelvek viszonylatában tehát csak a nyelv szavaival foglalkozik, figyelmen kívül hagyva azok jelentéseit, ill. használati módját. Fő feladata a nyelv →jólképzett füzéreinek (szavainak) meghatározása és osztályozása. A ~ egyben a nyelvek leírásának fontos része. A ~ lényegében a mondatok funk-

cionális szerkezetének leírására is vonatkozhat (→felszíni szerkezet, →felszíni eset). A természetes nyelvek ~a empirikus vizsgálat eredménye, a →formális nyelveknél viszont tudatosan alkotják meg.

szintaxisfa (parse tree) – →mondat-szerkezetű nyelvtanokban egy leképzési (összevonási) sorozatnak →fastruktúrával ábrázolt formája. Gyökércsomópontját a →kezdőszimbólum (→mondatszimbólum) alkotja, közbenső csomópontjai a nyelvhez tartozó →nemterminális szimbólumok, míg a levélcsomópontok a mondatot felépítő →terminális szimbólumok. Minden közbenső csomópontból irányított él mutat a →helyettesítési szabályban felhasznált alternatíva minden egyes eleméhez. Felépítésének iránya, ill. bejárás módja a →szintaktikai elemzés stratégiáit is osztályozza. (Szinonimája a →levezetési fa.)

szintaxisvezérelt elemzés (syntax-driven parsing) – a →természetesnyelv-megértésben használt olyan eljárás, amely bizonyos szócsoporthoz szintaktikai elemzése és egyértelmű értelmezése útján szűr ki bizonyos szemantikai információkat, s így egy-egy szűkebb terület nem túl nagy szókincsén alapuló kijelentések elég megbízható felismerését lehetővé teszi. Egyszerű adatbázis-lekérdezésnél, automatikus indexelésnél stb. elfogadható módszert jelent. Jelentős szerepet játszott a mesterséges (programozási) nyelvek fordítóprogramjainak automatikus előállításában. A módszer tkp. a →környezetfüggetlen nyelvtanok elemzésén alapszik, amelyet →determinisztikus veremautomaták implementálásával valósít meg.

szinten keresés (breadth-first search) – →horizontális keresés

szisztemikus nyelvtan (systemic grammar) – a természetes nyelvek kezelésére M. A. K. Halliday által bevezetett formalizmus, amely a mondatokat elsősorban mint pragmatikus funkcionális egységek szerkezetét vizsgálja. A ~ 4

alapvető fogalomra épül. A szintaktikai-szemantikai egységek (mondatok, szócsoporthoz, szók, morféma stb.), amelyek nyelvspecifikus hierarchiát alkotnak. A szintaktikai-szemantikai csoportok a fenti elemek szintén nyelvspecifikus szerkezetei (pl. a mondatot névszói és igei szócsoporthoz építi fel). A struktúrák osztályozása szemantikai funkciójuk alapján történik (pl. névszói szerkezet, igei szerkezet, előjárás szerkezet stb.). A negyedik fogalomhoz az opciók rendszere tartozik, amelyek alapján a szintaktikai-szemantikai egységek, ill. struktúrák kiválasztódnak (pl. kijelentő, kérdő, felszólító stb. mondatok képzésére). A ~ alapelve az, hogy a mondatnak a helyes jelentés kifejezése érdekében jólstrukturált szintaktikai forrásokra kell épülnie, s fő célja a mondatok szerkezete, jelentése és funkciója közötti viszonyok helyzetspecifikus leírása. A ~ egyik jellegzetes fogalma a „szociális →szemiotika”, amely azon a felismerésen alapszik, hogy a különböző embercsoportok kultúrája jelentős mértékben befolyásolja a különböző nyelvi kifejezések jelentéstartalmát (→szemantikáját), ill. használatát (→pragmatikáját).

szituációkalkulus (situation calculus) – J. McCarthy és P. Hayes által kidolgozott formalizmus az →időbeni következtetés ábrázolására. Alapfogalma a szituáció, amely a valós világ adott pillanatra kivetített állapotára vonatkozik, operátorai pedig a szituációk közötti átmeneteket írják le. A ~ komoly megszorításokon alapszik. Először is az időt diszkrét mennyiségként kezeli, s így alkalmatlan a folytonos változások leírására. Másrészt az ok-okozat folytonosságát feltételezi, tehát azt, hogy az ok a legközelebbi szituációváltozást váltja ki. Komoly hiányossága az is, hogy nem veszi figyelembe a konkurens tevékenységek, események lehetőségét. Elismert eredménye viszont az ún. →keretprobléma felvetése.

szituációs szemantika (situation semantics) – a 80-as évek elején J. Barwise és J. Perry által kidolgozott →szemantikai elmélet, amely a valós világ „szituációinak” megfelelő fogalmakat próbálja formalizálni. Alapötlete az, hogy a nyelvészeti szemantikát egyszerűen a valós világ értelmezésének speciális eseteként tárgyalja.

szóalak-felismerés (word shape recognition) – a →karakterfelismerés egy komplexebb változata, amely kiküszöböli az írott szöveg felismerésében a karakterekre bontás fázisát. Lényegében egy igen nagy méretű szótárra épülő →mintafelismerési eljárás, amely az emberre jellemző olvasást próbálja modellezni.

szó-egyértelműsítés (word disambiguation) – →szövegmegértő rendszerekben a →lexikális többértelműség feloldására alkalmazott eljárás (pl. a →keretvezérelt felismerés a →keretelméletben).

szóérzékelés (word perception) – szövegekre vonatkozó vizuális információk feldolgozására J. L. McClelland és D. F. Rumelhart által kidolgozott elmélet, amely lényegében szöveggörnyezetben vizsgált →szóalak-felismerésen alapszik.

szomszédossági mátrix (adjacency matrix) – →gráfok táblázatos ábrázolására használt mátrix. A $\sim a_{ij}$ elemeinek értéke 1 v. 0 aszerint, hogy az ábrázolt gráf i és j csomópontja között létezik-e v. sem összekötő él. (Szinonimái az →elérhetőségi mátrix, ill. a →kapcsolási mátrix.)

szószakértő elemzés (word-expert parsing, WEP) – természetes nyelvű mondatok felismerésére a 70-es évek végén kidolgozott speciális →szemantikai elmélet, amely a szavakat az emberi nyelvtudás szerkezeti elemeiként értelmezi (→természetesnyelv-megértés). Minden szónak jól meghatározott jelentése(i) van(nak) a megértés folyamatában, mind önmagában, mind más szavakkal való kölcsönhatásában. A $\sim$ nem hagyományos szintaktikai-szemantikai

elemzést végez, hanem a valós világra vonatkozó nyelvértelmező, kognitív mechanizmust próbálja modellezni. Így elérhető a szavak pontos értelmezése adott környezetbe ágyazva. (Leegyszerűsítve, azt a veleszületett →tudást modellezi, amellyel a kisgyerek – nyelvtani tudás nélkül is – értelmezni képes a mesevilág eseményeit.) A $\sim$ formalizmusa két speciális programozási nyelvre épül: egyik a →lexikális kölcsönhatás nyelv, amely a szószakértők közötti információcsere lebonyolításának eszköze, a másik pedig a →jelentésfelismerés nyelv, amely a fogalomábrázolás eszköze. Magát az elemző eljárást a szószakértőnek nevezett, lexikális tudásforrásként kezelt szavak közötti kölcsönhatások vezérlik. A modell nagy előnye, hogy az elemzést párhuzamosan végrehajtható eljárások rendszerének tekinti. Nem épít fel sem szintaktikai, sem szemantikai struktúrát, a nyelvmegértést lényegében a szószakértők közötti információcsere biztosítja.

szöveg-beszéd konverzió (text-to-speech conversion) – megszorítás nélküli, alfabetikusan kódolt szövegek átalakítása hanghullámokká, a →beszédszintézis egyik mechanikus változata. Lényegében egyszerű kódátalakítás, amely a klasszikus belső (pl. ASCII) kódot alakítja fonetikus kóddra.

szöveggörnyv (script) – →forgatókönyv

szövegmegértés (discourse understanding) – a →természetesnyelv-megértés kiterjesztése összefüggő szövegek, dialógusok stb. megértésére. Tártya nem az önmagukban álló mondatok jelentésének meghatározása, hanem egy-egy nagyobb egységé, amelynek csak összetevői az egymás jelentésére is hatással lévő mondatok. Ehhez alapvetően szükséges az egész szöveg struktúrájának felépítése, értelmezése, majd a kiszűrt információk fényében az egyes mondatok jelentésének felfedése. A tisztán nyelvészeti megközelítés ritkán

elégés, rendszerint → tudásra, → következtetésre is szükség van a → kihagyásos szerkezetű, visszautaló, s nem utolsósorban a többértelmű mondatok helyes értelmezésére. A ~ többet jelent, mint egyszerű, betű szerinti megértést, hiszen a legtöbb szöveg implicit jelentéstartalmat is hordoz, amelynek megértéséhez bizonyos mennyiségű háttértudásra (legtöbbször → köznapi tudásra) is szükség van. Sokszor bizonytalan, hiányos ismeretek alapján kell következtetni (→ alapértelmezett következtetés, → valószínű következtetés stb.). A ~ modellezésében már a → pragmatika is jelentős szerepet játszik a → szemantika és a → szintaxis mellett.

szövegfeldolgozás (word processing) – hagyományos értelemben szöveges dokumentumok formai feldolgozása, szerkesztése, ellenőrzése, javítása, nyomtatásra való előkészítése stb. A MI-kutatások szempontjából természetes nyelvű szövegek különböző szintű felismerése, szintaktikai v. szemantikai elemzése, helyesírási v. stílusjegyi javítása, fordítása, megértése stb.

sztochasztikus modell (stochastic model) – olyan matematikai → modell, amely a jelenségek véletlenszerű paramétereit a valószínűségszámítás, ill. a matematikai statisztika eszközeinek, módszereinek felhasználásával írja le.

sztratifikációs nyelvtan (stratification grammar) – a természetes nyelvek elemzésére kifejlesztett olyan formalizmus, amely külön-külön tárgyalja a fonológiai, a morfológiai, a szintaktikai, esetleg a szemantikai vonatkozásokat. Így a ~ tkp. több részelemző réteges struktúrája, amelyben minden rétegnek jellemző feladatai és eszközei (ábrázolása és eljárásai) vannak. A rétegek egymás közötti kapcsolatát az ún. átvitelek (transzdukciónak) biztosítják. (Hasonló megfontolások alapján működik tkp. a → teraszos bővített átmenetháló is.)

szükségyszerűség kvantor (necessity quantifier) – a → modális logika jellemző → kvantora, jelentése pedig valamely tetszőleges állítás szükségyszerűségét fejezi ki. (Lényegében a nemklasszikus külső → modell → univerzális kvantorának feleltethető meg: olyan állítás, amely bármely világban igaz.)

szülőcsomópont (parent node) – → gráf

szülő klóz (parent clause) – olyan → klózpár egyik tagja, amely komplex → literálpár (P és ¬P) egyik elemét tartalmazza, s amelyből az illető literálpár elhagyása után visszamaradó literálok → diszjunkciója formájában új klóz (a → rezolvens klóz) származtatható (→ rezolúció).

T

tagadás (denial) – $\rightarrow$ negáció

támogató halmaz (set of support) – a $\rightarrow$ rezolúció alapján végzett $\rightarrow$ tételbizonyításban azon $\rightarrow$ klózik halmaza, amelyek a bizonyítandó tétel negáltjából v. annak származtatásából jöttek létre. A $\sim$ fogalmán alapszik az egyik fontos $\rightarrow$ rezolúciós stratégia, a $\rightarrow$ támogató-halmaz stratégia.

támogató-halmaz stratégia (set-of-support strategy) – az a $\rightarrow$ rezolúciós stratégia, amely minden lépésben a $\rightarrow$ rezolvens klóz képzésére legalább egy olyan $\rightarrow$ szülő klózt választ, amely a $\rightarrow$ támogató halmaz eleme. Általában egy klózhalmaz három típusú klózt tartalmaz: az illető elmélet $\rightarrow$ axiómáit, az adott probléma $\rightarrow$ premisszáit, ill. a bizonyítandó tétel negáltját. Ha a rezolúciós eljárás csak az axiómákat venné figyelembe, mind olyan tételeket generálna, amelyeknek a konkrét problémához kevés közük lenne. A $\sim$ éppen ezt a lehetőséget zárja ki.

tárgyköri szakértő (domain expert) – olyan elismert szaktekintélye az adott témakörnek, aki tanulás és az évek során szerzett gyakorlati tapasztalatok alapján kiemelkedő feladatmegoldási képességre tett szert, és aki képes és hajlandó ismereteit, gyakorlati módszereit, fogásait az $\rightarrow$ ismerettechnológiával együttműködve megfogalmazni, rendszerezni és formalizálni. Alapvető jellemzője, hogy az igen bonyolult, rendszerint nem-determinisztikus feladatok megoldásánál – tapasztalata révén – képes már eleve kizárni azokat a lehetőségeket, amelyek nagy valószínűséggel nem vezetnek majd eredményre ($\rightarrow$ heurisztika), s így elfogadható időn belül eljuthat a tényleges megoldáshoz. Meghatározó szerepe van a $\rightarrow$ szakértőrendszerek megvalósításában.

tárgyköri tudás (domain knowledge) – feladatspecifikus tények, célok és eljárások gyűjteménye, amelyek a $\rightarrow$ tudás-

alapú rendszerekben a problémamegoldás alapjául szolgálnak. Magában foglalja mindazokat a fogalmakat, attribútumokat és relációkat (kapcsolatrendszereket), amelyek e tényeket, ill. eljárásokat felépítik. Tekintettel az $\rightarrow$ általánosított problémamegoldó viszonylag gyenge hatékonyságára a konkrét gyakorlati feladatmegoldásban, a 70-es évektől kezdve a MI-kutatások egyre nagyobb jelentőséget tulajdonítottak a $\sim$ nak, s vele kapcsolatban a $\rightarrow$ heurisztikának, s a kutatások új, speciális területének kialakításához vezettek, amelyet a szakirodalom $\rightarrow$ ismerettechnológiának nevez. $\rightarrow$ Szakértőrendszerekben rendszerint a $\sim$ képezi az $\rightarrow$ ismeretbázist, míg a következtető mechanizmus általában területfüggetlen. (Színimája a szaktudás.)

tautológia (tautology) – általános igazságot leíró logikai törvény. Így pl. az $\rightarrow$ ítéletek logikájában egy olyan összetett ítélet, amelynek igazságértéke mindig igaz, függetlenül az összetevő ítéletek igazságértékétől ($\rightarrow$ értékes formula). A tagadás műveletének értelmezése folytán a $\sim$ tagadása $\rightarrow$ kontradikció. Különös jelentőségű $\sim$ a $P \vee (\neg P) = 1$ (a kizárt harmadik törvénye).

távíratos beszéd (telegraphic speech) – $\rightarrow$ nyelv-elsajátítás

taxonómia (taxonomy) – a $\rightarrow$ logikának az a része, amely a $\rightarrow$ tudás rendszerezésének módjával foglalkozik. Bár mely tudományos vizsgálódásnak, mielőtt felfedné az empirikus törvényszerűségeket és elméleteket dolgozna ki, valamilyen rendbe kell szerveznie a megfigyelés alatt álló objektumokat ($\rightarrow$ osztályozás). A $\sim$ végső célja lényegében az adott területre jellemző $\rightarrow$ fogalmi hierarchia felépítése. A MI-kutatások szempontjából különleges jelentőségű a $\sim$ két változata: a $\rightarrow$ numerikus taxonómia, ill. a $\rightarrow$ fogalmi taxonómia. (Színimája a rendszertan.)

teljes gráf (complete graph) – olyan $\rightarrow$ gráf, amelyben bármely két csomó-

pontpárt él köt össze, így a csomópontok mindegyike szomszédos egymással.

teljes körű keresés (brute-force search) – a legáltalánosabb $\rightarrow$ keresési módszer (stratégia), amely nem használ a szakterületre jellemző tudást ($\rightarrow$ heurisztikát), hanem valamely előre meghatározott sorrend szerint vizsgálja végig a probléma $\rightarrow$ feladatterében mindazokat az operátorokat, ill. közbenső állapotokat, amelyek elvezethetnek a megoldást jelentő (egyik) célállapotba (ezért vak[on] keresésnek is nevezik). A $\sim$ rendszerint azoknál a feladatoknál alkalmazható, amelyeknek több megoldása is lehetséges, ezek viszont egyenértékűek, így egyaránt elfogadhatók megoldásként. A stratégia elsőrendű célja tehát annak a legrovidebb útnak a megtalálása, amely a kezdőállapotból elvezet az egyik célállapotba. Ha az $\rightarrow$ állapottér véges, és létezik legalább egy megoldás, a $\sim$ azt mindig megtalálja (elméletileg). A módszer hátránya, hogy azoknál a feladatoknál, ahol az állapottér mélysége ($\rightarrow$ keresési mélység) v. az egy csomóponthoz tartozó élek száma ($\rightarrow$ elágazási tényező) meghalad bizonyos értékeket, a megvizsgálendő csomópontok száma nagyon megnőhet ($\rightarrow$ kombinatorikus robbanás), lerontva a keresés hatékonyságát. A legismertebb $\sim$ i eljárások közé tartoznak: *vertikális (mélységi) keresés, *horizontális (szinten) keresés, *mélységnövelő vertikális keresés, a $\rightarrow$ kétirányú keresés. Bizonyítható, hogy a $\sim$ időkomplexitása mindig $IO(b^d)$, ahol b az $\rightarrow$ elágazási tényező, a d pedig a keresési mélység, optimális térkomplexitása pedig $TO(d)$. (Szinonimája a $\rightarrow$ neminformált keresés.)

teljes leírás (complete presentation) – E. M. Gold $\rightarrow$ nyelvtani következtetés elméletében valamely nyelvnek olyan megadása, amely az összes (végtelen sok) $\rightarrow$ pozitív, ill. $\rightarrow$ negatív példa felsorolásán alapszik (szemben a $\rightarrow$ pozitív leírással).

teljesség (completeness) – olyan $\rightarrow$ logikai rendszer tulajdonsága, amelyben minden $\rightarrow$ értényes formula $\rightarrow$ tétel (található hozzá egy formális levezetés). Felsoroló kalkulust alkalmazó rendszereknél ez azt jelenti, hogy a kalkulus minden értényes formulát felsorol. Ilyen pl. az $\rightarrow$ ítéletkalkulus, ill. a $\rightarrow$ predikátumkalkulus.

temporális logika (temporal logic) – az $\rightarrow$ időbeni következtetés modellezésére D. V. McDermott által kidolgozott elmélet, ill. formalizmus ($\rightarrow$ nemklasszikus logika), amely halmazelméleti szempontból próbálja megközelíteni az általános feladatmegoldást és a különböző időelméleteket (elsősorban a $\rightarrow$ szitációkalkulus, ill. az $\rightarrow$ objektumtörténet bizonyos elemeit). Alapvető jellegzetessége, hogy az okozati összefüggéseket a változásokat kiváltó szabályokkal ábrázolja.

temporális tudás (temporal knowledge) – a $\rightarrow$ köznapi tudásnak (a $\rightarrow$ térbeni tudás mellett) fontos összetevője, amely alapvetően az időre, annak múlására, végső fokon a valós világ dinamikussá, állandóan változó jellegére vonatkozó ismeretekre támaszkodik. Olyan fogalmakra épít, mint a pillanat, az időtartam, az intervallum, a sebesség, a gyorsulás stb., amelyeknek csak térbeni objektumokkal v. eseményekkel kapcsolatban van értelmük ($\rightarrow$ időbeni következtetés, $\rightarrow$ temporális logika).

tény (fact) – igaz v. igaznak elfogadott olyan kijelentés, amely a valós (v. a modellezett absztrakt) világ objektumaira, jelenségeire, eseményeire, összefüggéseire stb. vonatkozik.

tényadatbázis (fact database) – $\rightarrow$ PLANNER, $\rightarrow$ CONNIVER

ténytudás (factual knowledge) – a valós világra vonatkozó olyan $\rightarrow$ tudás, amely szavakba, természetes nyelvű kifejezésekbe foglalható. A kifejezést főleg filozófiai értelemben használják az olyan, inkább gyakorlati jellegű tudástól való megkülönböztetés céljából, amely az emberi lét mindennapos jelenségeire

(pl. írás-olvasás készségére, mozgás, ill. eligazodás képességére, gyakorlati tevékenységek készségére stb.) vonatkozik, s nyelvileg igen nehezen v. egyáltalán nem fejezhető ki.

teraszos bővített átmenetháló (cascaded augmented transition network, CATN) – több →bővített átmenetháló rendszerbe kapcsolása révén nyert elemzőautomata, amelyben az első gép bemenetére kerül az eredeti elemzendő szöveg, kimenete pedig a következő gép bemenetéhez kapcsolódik, az eredmény az utolsó gép kimenetén jelentkezik. Mindegyik gép az elemzés egy-egy jól behatárolható fázisával foglalkozik. Ilyen módon elválaszthatók egymástól a leírás szintaktikai, ill. szemantikai szintjei. Különösen a beszédfelismerő rendszerekben használják.

térbeni következtetés (spatial reasoning, SR) – vizuális, térbeni információk alapján végzett →következtetés, az ember mentális tevékenységei közül talán a legkevésbé ismert feladatmegoldó eljárás. A →kognitív pszichológia vizsgálódásai bizonyították, hogy az ember különösebb nehézség nélkül felismeri a térben a különböző objektumokat, és következtetéseket végez anélkül, hogy azok méreteiről pontos ismeretei volnának. Első megközelítésben a ~sel kapcsolatban a MI-kutatásoknak a következő főbb részterületei különböztethetők meg: →vizuális objektumfelismerés, →kognitív térkép és →útkeresés, →képtársítás stb. A ~ egyik fontos területe az ún. →naív fizikára vonatkozik, vagyis a →köznapi tudásnak arra a részére, amelyen keresztül az emberek többsége a környező világ jelenségeivel, történéseivel kapcsolatba kerül (pl. mindenki „tudja”, hogy a szabadon hagyott test esik, még ha a gravitacionális elméletéről nem is hallott volna). Ezen alapszik P. Hayes ~modellje, amely a valós testek négydimenziós (tér+idő) történeteinek leírásán alapszik (→objektumtörténet).

térbeni tudás (spatial knowledge) – a →köznapi tudás fontos összetevője,

amely alapvetően objektumok formai (pontok, görbék, tartományok, felületek, térfogatok stb.), egymáshoz viszonyított pozíciós (alatta, felette, mögötte, előtte stb.) ismeretekre, folytonosság-kényszerekre stb. támaszkodik (→térbeni következtetés).

térelém (voxel) – →fogaltsági mátrix

term (term) – az →elsőrendű logika nyelvében alapvető szintaktikai kategória, rekurzív definícióját az illető nyelv →szintaxisa adja meg (→ítéletkalkulus, →predikátumkalkulus).

természetesnyelv-feldolgozás (natural-language processing, NLP) – a természetes nyelveket mint információhordozókat tanulmányozó tudomány. Célja olyan megvalósítható mesterséges rendszerek vizsgálata, amelyek az ember-gép kommunikáció eszközeként a természetes nyelveket használják, tehát elsősorban a →pragmatikára összpontosít: →természetes nyelvű interfészek, adatbázis-lekérdezés, →gépi fordítás, automatikus indexelés és kivonatolás, párbeszédes rendszerek stb. Nem foglalkozik viszont a természetes nyelvek leírásával, ill. modellezésével, bár az ilyen típusú kutatási eredmények is egyre jobban beépülnek rendszerébe. Két fő irányzata van. Az általános ~ az emberi nyelvhasználatot próbálja modellezni a számítógépes megvalósíthatóság szempontjából, ezért elsősorban a →kognitív pszichológia módszertanát használja. Az alkalmazott ~ viszont kevésbé foglalkozik a kognitív szimulációval, célkitűzése elsősorban az, hogy olyan rendszereket valósítson meg, amelyek megfelelően reagálnak a természetes nyelvű bemenetekre. A MI-kutatások fejlődésével a két irányzat egyre jobban összemosódik. A ~ legfontosabb részterületei: →természetesnyelv-megértés, →természetesnyelv-generálás, gépi fordítás stb.

természetesnyelv-generálás (natural-language generation, NLG) – a →természetesnyelv-feldolgozás egyik fontos részterülete, amely kommunikációs célo-

kat szolgáló, természetes nyelvű szövegek előállításával foglalkozik. (Nem tévesztendő össze a klasszikus programok szöveges adatkivitelével.) A ~ az emberek azon képességét vizsgálja és próbálja modellezni, hogy információt közölhetnek a nyelv segítségével. Nyelvészeti megközelítésben a ~ feladata az, hogy a →transzformációs nyelvtanban definiált →mélyszerkezet alapján előállítsa a megfelelő →felszíni szerkezete(ke)t, miközben magát a mélyszerkezetet valamilyen →ismeretbázis alapján →következtetési eljárások hozták létre. A generálás mondat v. szöveg szintjén történhet, az utóbbinak speciális változata a történetösszeállítás. A ~ egyelőre az elméleti kutatások fázisában található, bár gyakorlati részeredményei szervesen beépülnek más rendszerekbe is (pl. →szakértőrendszerek, →gépi fordítás stb.).

természetes nyelv-megértés (natural-language understanding, NLU) – a →természetes nyelv-feldolgozás egyik fontos részterülete, amely a természetes nyelvű kommunikációban rejlő információk kiszűrésével (és hasznosításával) foglalkozik. Legegyszerűbb módszere a →mintaillesztés, amelynek tkp. nem is lehet megértésről beszélni: a természetes nyelvű bemenetet előre elkészített és tárolt mintákkal hasonlítják össze. Ezzel az eljárással igen egyszerű parancsnyelvek, ill. interfészek előállíthatók, de tényleges kommunikáció nem valószínűsíthető meg. A →szintaxisvezérelt elemzésnél a bemenetet alkotó egységek szintaktikai elemzése révén szűrik ki az információkat (→mondatszerkezetű nyelvtan), s így egy-egy szűkebb terület nem túl nagy szókincsén alapuló kijelentések már elég megbízhatóan felismerhetők. Egyszerű adatbázis-lekérdezésnél, automatikus indexelésnél stb. elfogadható módszert jelent. (A módszer tkp. a →környezetfüggetlen nyelvtanok elméletén alapszik, s legfontosabb gyakorlati alkalmazása a programozási nyelvek megértése a fordítóprogramok előállításában.)

A bonyolultabb nyelvi jelenségek kezelésére kifejlesztett nyelvtanok (pl. →transzformációs nyelvtan, →bővített átmenetháló stb.) alkalmazásával a ~ is egyre hatékonyabbá vált, a →szemantikus nyelvtanok megjelenése pedig a szemantikus információk kiszűrését is lehetővé tette. Ezek az eredmények minőségi javulást hoztak a →természetes nyelvű interfészek, a →gépi fordítórendszerek, a →szakértőrendszerek stb. előállításában. A →fogalmi függőség elméletének kidolgozása és alkalmazása lehetővé tette a tényleges megértőrendszerek (pl. automatikus kivonatolás) előállítását. A felsorolt rendszerek közös jellemzője, hogy nyelvi szempontból helyes sorozatokat elemeznek, s nem kezelik kielégítően a helyesírási, ill. kiejtési hibákat. Ugyancsak megoldatlan feladat a különböző beszédaktusok, ill. nyelvi fordulatok és szemantikai többértelműségek kezelése. A ~ számítógépes modellezése szempontjából három jól elkülöníthető, egymást mégis sok vonatkozásban átfedő szint különböztethető meg: a mondatszintű ~, a szövegszintű ~ (→szöveg megértés), ill. a történet szintű ~ (→történet megértés).

természetes nyelvű használói felület (natural-language user interface) – a MI eredményeire támaszkodó, valamely természetes nyelv részkészletét alkalmazó használói felület, amelynek révén megvalósítható az ember és a számítógép közötti információcsere. Rendszerint a következő összetevőkből épül fel: a szótár v. lexikon tartalmazza azt a korlátozott számú szókészletet, amelyet a rendszer felismer; a nyelvtan azon szabályok összessége, amelyek a felismerhető szavakból képezhető struktúrákat írják le; a szemantikus értelmező, amely a jólképzett struktúrákhoz értelmet rendel, v. a válaszként adható tevékenységeket kiváltja. Elsősorban az adatbázisok természetes nyelvű lekérdezésére használható.

természetes nyelvű interfész (natural-language interface, NLI) – a $\rightarrow$ természetesnyelv-feldolgozás egyik fontos célkitűzése, amely az ember-gép kommunikáció eszközül természetes nyelvet használó rendszert jelent. Nem tévesztendő össze a klasszikus szöveges ember-gép kapcsolattal, bár látszólag ott is (főleg) angol szavak révén zajlik a kommunikáció. Maguk a programozási nyelvek is lényegében az angol nyelv igen leszűkített változatai, mégis az emberi közlésmód legjellegzetesebb tulajdonságait nélkülözik. Ez utóbbi egyik alapvető tulajdonsága, hogy ugyanazt a jelentéstartalmat ($\rightarrow$ mélyszerkezetet) különböző szimbólumsorozatokkal ($\rightarrow$ felsőszintű szerkezetekkel) is ki lehet fejezni ($\rightarrow$ szerkezeti többértelműség). A természetes nyelvek használatát tkp. nem is lehet elválasztani az ember más mentális tevékenységétől. A ~ éppen ezt a jellegzetesen emberi használatmódot igyekszik modellezni. A ~nek mindig tartalmaznia kell az elemző-megértő komponenszt, hogy a számítógép kiszűrhesse az emberi kommunikációban rejlő információ(ka)t, nélkülözheti viszont a generáló részt, ha az adott rendszer hatékonyabb, kényelmesebb formában nyújthatja a gép választ (pl. képek, táblázatok, grafikonok stb. segítségével).

terminális csomópont (terminal node) – $\rightarrow$ levélcsomópont

terminális szimbólum (terminal symbol) – a $\rightarrow$ formális nyelvek elméletében azok az alapszimbólum-sorozatok, amelyekből adott nyelvhez tartozó mondatok felépíthetők. (Egy nyelv rendszerint nem tartalmazza az ábécéjéből alkotható összes lehetséges alapszimbólum-sorozatot.) A természetes nyelvek viszonylatában a ~ok halmaza az illető nyelvek szókincsének felel meg ($\rightarrow$ generatív nyelvten). A $\rightarrow$ mondatszerkezetű nyelvtenek a ~okat nem elemezhető, atomi szimbólumoknak tekinti, bár hozzájuk igen fontos fonológiai, szintaktikai és szemantikai tulajdonságok kapcsolód-

nak. Elméletileg ezeket el lehetne távolítani új ~ok bevezetésével, de ez gyakorlatilag kezelhetetlenül nagy adatmennyiséghez vezetne. (Szinonimája a $\rightarrow$ nyelvtani konstans.)

terv (plan) – a $\rightarrow$ tervezés célja, ill. eredménye: meghatározott tevékenységek meghatározott sorrendű rendszere, a $\rightarrow$ problémamegoldás tkp.-i vezérszála. Statikus és dinamikus értelmezése is lehet. Statikus értelemben olyan tudáselem (ismeret), amely az adott problémát megoldó eljárásra vonatkozik, v. vezérlési mintául szolgál a probléma tényleges megoldásában. Dinamikus értelemben a problémamegoldó konkrét lépéseinek sorozata. Strukturális szempontból a ~ egyszerű, ha összetevői primitív tevékenységek, s hierarchikus, ha tovább finomítható (bontható), összetett tevékenységekre épül.

tervezés (planning) – az intelligens rendszerek egyik alapvető jellemzője, ill. megnyilvánulása: előre meghatározott természetű és sorrendű tevékenységek azonosítása bizonyos célok elérése érdekében. Alapvető összetevői: egy kezdeti állapot, a rendelkezésre álló, az állapotokat megváltoztató tevékenységek készlete, ill. az explicit módon meghatározott célok halmaza. Csak egészében determinisztikus v. legalábbis megjósolható körülmények között alkalmazható. A ~ elméletében a tevékenység a vonatkozó világ állapotában lezajló bármely olyan változás, amelyet a terv-végrehajtó vált ki. Azokat a spontán változásokat, amelyeket nem a terv-végrehajtó vált ki, rendszerint eseményeknek nevezik. A tevékenységek csoportosíthatók, így a hierarchikus ~ is megvalósítható. A tevékenységek modellezése elő-, ill. utófeltételezésekre támaszkodik. Az előfeltételek a tevékenység végrehajthatóságának feltételei, míg az utófeltételek a tevékenység végrehajtása következtében létrejött állapotot jellemzik. A logikai következtetés lépéseit a tevékenység-esemény szabályok modellezik.

tétel (theorem) – valamely $\rightarrow$ logikai rendszerben egy olyan formula, amely nem eleme az $\rightarrow$ axiómarendszernek, s azt fejezi ki, hogy bizonyos állításokból (premisszákból) logikailag következik egy másik állítás (következmény). Más megközelítésben a $\sim$ premisszákat és következmény olyan rendszere, amelynél minden olyan interpretációban, amelyben a premisszák igazak, a következmény is igaz.

tételbizonyítás (theorem proving) – valamely $\rightarrow$ logikai rendszerben egy olyan formulasorozat, amelynek utolsó eleme a bizonyítandó $\rightarrow$ tétel, az azt megelőző elemei pedig $\rightarrow$ következtetési szabályokkal levezetett formulák v. $\rightarrow$ axiómák. Más megfogalmazásban olyan következtetési lánc, amelynek premisszái axiómák v. már bizonyított tételek, következménye pedig maga a bizonyítandó tétel. Formális megfogalmazásban: az $(A_1 \& A_2 \& \dots \& A_n) \rightarrow W$ érvényes formula, ahol A_i a premisszák, W a következmény (konklúzió). Szemantikai megközelítésben a $\sim$ a tételnek, mint formulának az érvényességét (ill. kielégíthetetlenségét) kimutató eljárás ($\rightarrow$ igazságtáblázat, $\rightarrow$ Quine algoritmusa, $\rightarrow$ Wang algoritmus stb.). A $\sim$ megközelíthető formális módon is, axiómák egy rögzített halmazából kiindulva. (Az axiómák itt egyszerű érvényes formulák, a levezetési szabályok pedig érvényes formulákból érvényes formulákat hoznak létre.) Az $\rightarrow$ elsőrendű logikában az egyik legfontosabb $\sim$ a $\rightarrow$ rezolúció.

textúra (texture) – a látás modellezésében használt fogalom, amely a látómező strukturális felépítésére vonatkozik. A környező valós világ lényegében hierarchikusan felépített komplex struktúra. A vizuális információk feldolgozásának elengedhetetlen feltétele a komplex struktúrának a megfelelően kiválasztott primitívakkal történő leírása.

típushierarchia (type hierarchy) – a $\rightarrow$ fogalmi hierarchia B. Russeltől származó elnevezése. A típus lényegében a

$\rightarrow$ fogalmakhoz rendelt attribútum, amely az illető fogalom általánosítási szintjére vonatkozik. Maga a $\sim$ a típusok parciális rendezése, amelyben egyes típusok általánosabbak más típusoknál. (A rendezés azért parciális, mert csak az összehasonlítható típusokra vonatkozik, s így ugyanahhoz az ismeretelméleti lánchoz tartoznak.) A $\sim$ egyik igen fontos jellegzetessége az $\rightarrow$ öröklés, vagyis a tulajdonságoknak a szupertípusok felől az altípusok felé terjedése.

többalakúság (polymorphism) – azonos névvel ellátott, de a $\rightarrow$ fogalmi hierarchia különböző szintjein különböző jellegűket mutató tulajdonság (pl. „úszik” a hajó, a hal, a kacsa, a vidra stb., de ezek a tevékenységek a közös néven kívül semmiben sem hasonlítanak egymásra). A $\sim$ az $\rightarrow$ objektumorientált programozás egyik alapvető jellegzetessége, amely abban nyilvánul meg, hogy a hasonló azonosítóval ellátott eljárások sokban különbözhetnek a objektum-hierarchia különböző szintjein (más-más definícióval rendelkezhetnek).

többértelműség (ambiguity) – természetes nyelvek azon fontos tulajdonsága, hogy bizonyos $\rightarrow$ felszíni szerkezetekhez két v. több szemantikai értelmezés is kapcsolható. A feldolgozás, és végső soron a megértés, szempontjából a $\sim$ nek különböző formái ismeretesek, ezek közül a legfontosabbak: a $\rightarrow$ lexikális $\sim$, a $\rightarrow$ szerkezeti $\sim$, a $\rightarrow$ vonatkozási $\sim$, az $\rightarrow$ eseti $\sim$ stb., és bizonyos értelemben a $\rightarrow$ többalakúság egyes vonatkozásai is ebbe a kategóriába sorolhatók.

többértékű logika (many-valued logic) – olyan $\rightarrow$ logikai rendszer, amelynek nyelvében kettőnél több $\rightarrow$ igazságérték is megengedett, tehát mondatai árnyaltabb igazságokat is kifejezhetnek. A $\sim$ k két alosztályba sorolhatók: az elsőbe véges számú, a másodikba végtelen sok igazságértéket használó logikák tartoznak. Ez utóbbiak további két alosztályba tartozhatnak: egyik a $\rightarrow$ valószínűségi lo-

gika, a másik a $\rightarrow$ bizonytalansági (fuzzy) logika.

többszörös öröklés (multiple inheritance) – az $\rightarrow$ öröklési hierarchia olyan változata, amelynél a $\rightarrow$ fogalmi hierarchia alsóbb szintjein helyet foglaló osztályok egyszerre több szuperosztályhoz is tartozhatnak, következésképpen több irányból is örökölhetnek tulajdonságokat.

történetmegértés (story understanding) – a $\rightarrow$ természetesnyelv-megértés kiterjesztése összefüggő, narratív szövegek megértésére. A $\rightarrow$ kognitív pszichológia vizsgálódásai szerint az emberre jellemző $\sim$ lényegében három módon ellenőrizhető: kérdésekre adott válaszok alapján, a történet parafrázisa (saját szavakkal történő visszaadása) alapján, v. a történet rövid tartalmának visszaadásával (kivonatolásával). Arra viszont még nincs bizonyított elmélet, hogy a megértés lényegében milyen mentális tevékenységek révén valósul meg. A $\sim$ számítógépes modellezése szintén csak a fentiekre szorítkozhat. Fontos megfigyelés, hogy a történetek hallgatása (olvasása) közben az ember nagyszámú következtetést végez, miközben az explicit szöveghez jelentést kapcsol. Erre alapozott az egyik első elméleti modell (C. Rieger), amely első lépésben a $\rightarrow$ felszíni szerkezetek elemzéséből nyert információkat a $\rightarrow$ fogalmi függőség struktúráiba építette. Egy másik modell (R. Cullingford) a $\rightarrow$ forgatókönyv elmélete felől közelítette meg a $\sim$ -t. Fontos mérföldkövet jelentett a $\sim$ modellezésében a tudásalapú megközelítés, amely tematikus ismeretek alapján végzett következtetések révén próbálja kiemelni a szövegek jelentéstartalmát. **transzformáció** (transformation) – a $\rightarrow$ transzformációs nyelvten elméletének központi fogalma. Lényegében olyan leképzés, amely a leírt nyelv $\rightarrow$ mélyszerkezeteiből előállítja a megfelelő $\rightarrow$ felszíni szerkezeteket. Így pl. a szintaktikai szabályok alapján előállított kijelentő mondatot $\sim$ k segítségével lehet átalakítani a megfelelő kérdő,

felszólító, passzív stb. mondatformákká. A gyakorlatban két formáját használják: az $\rightarrow$ előírányú $\sim$ a felszíni szerkezetek generálására, a $\rightarrow$ visszirányú $\sim$ a felszíni szerkezet elemzésére szolgál.

transzformációs nyelvten (transformational grammar, TG) – természetes nyelvek leírására N. Chomsky által kifejlesztett elmélet, amely abból indul ki, hogy az összes lehetséges mondat átalakítható bizonyos számú alapmondattá. Mint elmélet a következő kérdésekre próbál választ adni: mit jelent egy nyelv ismerete, hogyan lehet ezt az ismeretet felhasználni, ill. hogyan lehet megszerezni? Az első kérdésre adott válasz tkp. egy olyan véges ábrázolás meghatározása, amely alkalmas a végtelen természetes nyelv leírására ($\rightarrow$ generatív nyelvten). A második kérdéshez azoknak a mentális eljárásoknak a tanulmányozása tartozik, amelyeket a beszélő, ill. hallgató ember végez ahhoz, hogy információt közöljön v. kapjon a nyelv használatán keresztül (tehát lényegében a $\rightarrow$ nyelvi performanciával foglalkozik). A harmadik kérdéskör azokkal a vonatkozásokkal foglalkozik, amelyek minden természetes nyelvre általában jellemzőek, vagyis azzal az alapvető jelenséggel, hogy az újszülött gyermek minden különösebb külső segítség nélkül anyanyelvként sajátítja el szűkebb közösségének nyelvét. Központi feltevése az, hogy léteznie kell egy olyan általános, a konkrét nyelvektől független nyelvtennek (szabályok halmazának), amelynek alapján végtelen számú mondat generálható, ill. megérthető. Ezt a generálást elsősorban matematikai szemlélettel tekinti, vagyis feltételezi egy olyan $\rightarrow$ axiómarendszer létezését, amelynek alapján új tételek képezhetők v. vezethetők le (ezért transzformációs generatív nyelvtennek is nevezik). A $\sim$ alapelve az, hogy az adott nyelvhez tartozó mondatformák ($\rightarrow$ felszíni szerkezetek) egy moduláris rendszer működésének eredményei: a $\rightarrow$ bázisnyelvten (lényegében egy $\rightarrow$ környezetfüggetlen v.

→környezetfüggő nyelvtan) állítja elő az alapmondatokat (→mélyszerkezeteket), majd a transzformációs szabályok alapján ezekből alakulnak ki a felszíni szerkezetek. A szintaktikai szabályok a karakterfüzérének olyan rendezésére, csoportosítására vonatkoznak, amelyek a mondatformák felépítését teszik lehetővé. Ezek a szabályok két osztályba sorolhatók. Az elsőbe tartoznak azok a szabályok, amelyek az ún. alapmondatok előállítását szabályozzák, a másodikba pedig a transzformációs szabályok, amelyek a képzett mondatokat állítják elő (a felszíni szerkezetek sokaságát). A szemantikai szabályok azt határozzák meg, hogy az egymáshoz fűzött szavak hogyan értelmezendők. Az eddigiek →standard elmélet néven maradtak a szakirodalomban. Később, ellentmondásai következtében, alapvető átalakulásokon ment keresztül, sőt más elméletek megjelenésének is elindítója lett (pl. olyanoknak is, amelyek teljesen kiküszöbölik a transzformációkat – →általános mondat szerkezetű nyelvtan, →funkcionális nyelvtan stb.). Az 1970-es években megjelent ún. →kiterjesztett standard elmélet a szemantikai értelmezést már nem csak a mélyszerkezet alapján végzi, s a szavakat sem (mindig) transzformációkkal vezeti le. Erre azért volt szükség, mert egyes transzformációk befolyásolták a mondat jelentését (ez a standard elmélet szerint nem történhetett volna meg!), s ugyanakkor azonos mélyszerkezetű mondatoknak is lehetnek különböző értelmezései. A ~ legújabb (az 1980-as években, szintén N. Chomsky által kidolgozott) változata a →kormányzás-kötés elmélete. Ez az elmélet a korábbi transzformációkat egyetlen általános transzformációval helyettesíti, amelynek alkalmazását különböző megszorítások befolyásolják (esetszűrés, szomszédosság stb.). Különös jelentőséget kaptak azok a szabályok, amelyek a felszíni szerkezeteket logikai formákká képezik le.

tudás (knowledge) – a filozófia egyik alapfogalma, a valós világnak, az abban létező dolgoknak, tényeknek, eseményeknek, jelenségeknek, az azok között létező kapcsolatoknak, okozati összefüggéseknek stb. az emberi tudatban történő visszatükröződésére, ill. a mentális tevékenység eredményére vonatkozik. Arisztotelész szerint a tudományos ~ az általánosból származtatja az egyedit, míg maga a ~ éppen fordítva keletkezik: az általános fogalmak a részleges tapasztalatokból. Az →ismeretelmélet szerint két alapvető összetevője van: a reflexív rész a valós dolgok, jelenségek visszatükröződésének eredménye, míg a generatív összetevő a jellegzetes tulajdonságok felfedezésén, az elvonatkoztatáson alapuló absztrakt dolgokra, →fogalmakra vonatkozik. Információelméleti vonatkozásban szintén két összetevő különböztethető meg. Az egyik egy tevékenység, aktus, amelynek során megtörténik az információáramlás a megfigyeltől a megfigyelőig, a másik pedig a megfigyelő tudatában rögzített információ. A ~ – megszerzésének szempontjából – lehet →empirikus (v. tapasztalati) ~, amelyet a megfigyelő saját érzékszervein keresztül v. mérőeszközök révén szerez a valós világról, és lehet →elméleti ~, amelyet a humán megfigyelő saját szellemi tevékenysége útján szerez (gondolkodás, következtetés, elemzés, általánosítás, elvonatkoztatás, szintézis stb.). A MI, mint interdiszciplináris tudomány, megjelenése óta kutatásai középpontjába helyezte a ~t. A legfontosabb megválaszolandó kérdések arra vonatkoznak, hogy adott körülmények között intelligens módon működő rendszerek előállításához milyen típusú, milyen szintű, milyen mennyiségű, és nem utolsósorban, milyen ábrázolású ~ra van szükség?

tudásábrázolás (knowledge representation, KR) – a MI egyik legfontosabb kutatási területe (→ismeretelméleti probléma). Központi célkitűzése olyan formalizmusok, mechanizmusok s végső soron

→modellek kifejlesztése, amelyek lehetővé teszik a valós világra vonatkozó ismereteknek mesterséges (számítógépes) rendszerekben való felhasználását. Valamely konkrét ~ lényegében adatstruktúrák és eljárások olyan kombinációja, amely – célszerű ábrázolás, ill. adekvát felhasználás révén – intelligensen viselkedő rendszerek előállítását biztosítja. A ~ elméletileg két alapvető összetevőre támaszkodik: a valós világ tényeit, objektumait, jelenségeit, viszonyait stb. kifejező jelölésrendszer definiálására, ill. az azokra alkalmazható műveletek leírására. A jelölésrendszer olyan szintaktikai és szemantikai elemeket tartalmaz, amelyek alapján eldönthető a leírás jólépezettség, ill. a különböző elemek egymásra kifejtett (rendszerint korlátozó) hatása. Ezek a szempontok tkp. a hagyományos adatfeldolgozásban is fellelhetők, pl. adattípusok, adatstruktúrák stb. formájában a klasszikus programozási nyelvekben. Az alkalmazható műveletek három alaptípusa: a tárolás, a visszakeresés, ill. a következtetés. Az első kettő ismert már a hagyományos adatfeldolgozásból, a harmadik csak az ismeretalapú rendszerekre jellemző: olyan implicit ismeretek levezethetőségére vonatkozik, amelyek nem jelennek meg konkrét tények formájában. Az intelligens rendszerekbe épített tudásnak a ~ szempontjából két alaptípusa különböztethető meg: a →deklaratív tudás, ill. a →procedurális tudás. A deklaratív tudás ábrázolására kifejlesztett legfontosabb formalizmusok: a →keretalapú ábrázolás, a →szemantikus háló, a →logikaalapú ábrázolás stb. A ~ számítógépes modellezésére különböző →számítástechnikai formalizmusok ismeretesek.

tudásalapú látás (knowledge-base vision) – →képmegértés

tudásalapú rendszer (knowledge-base system, KBS) – nem algoritmizálható feladatok megoldására kifejlesztett mesterséges (számítógépes) rendszer, amely az emberre jellemző, intelligens

problémamegoldást igyekszik modellezni v. utánozni. Elvileg a valós világról alkotott →tudást (ill. annak elemeit – →ismereteket) gyűjt egybe (→ismeretbázis), majd az erre alapozott →következtetéssel próbálja megoldani az egyes konkrét problémákat (→következtető gép). Szerkezeti szempontból több szintre épül. A legalsó szinten azok a technikák, ábrázolási formalizmusok, következtetési eljárások stb. találhatók, amelyek szinte valamennyi probléma megoldásánál szükségesek: →szimbolikus programozás, →keresés, →heurisztika stb. A második szinten a →tudásábrázolás jellemző formalizmusai kapnak helyet: kijelentések, →tények, →szabályok, →kényszerek, →bizonyossági tényezők stb. A harmadik szinten a szervezési és vezérlési struktúrák, ill. eljárások, optimáló stratégiák, részeredmények, magyarázó-érvelő alrendszerek stb. foglalnak helyet, s rendszerint az alsóbb szintek természetének függvényei. A ~ legfelső szintjén a külvilággal lebonyolított kommunikációs összetevő található. A ~ekkel kapcsolatos szerteágazó kutatások lényegében két irányzatot képviselnek: az →általánosított problémamegoldókat, ill. a →szakértőrendszereket tanulmányozó ágaikat.

tudásalapú szemantika (knowledge-base semantics) – olyan →szemantikai elmélet, amely a jelentéstartalom ábrázolására az általános →tudásábrázolás valamely formalizmusát (pl. →keretelméletet) használja. Ennél a megközelítésnél a kijelentő mondat értelmezése az →ismeretbázis bővítését jelenti az új információkkal (tkp. a mondat jelentésével), míg a kérdő mondat értelmezése az információk visszakeresését jelenti az ismeretbázisból. A ~ elismeri a →kompozíciós elvet, vagyis a mondat jelentését az összetevő szavak jelentésének függvényeként kezeli. Hasonlóságot mutat a →Montague-szemantikával, amennyiben az ismeretbázis játssza a →modell szerepét, ill. a szintaktikai összetevők a mo-

dell objektumainak felelnek meg. A ~ hatékonyan felhasználhatja az ábrázolási rendszerhez tartozó következtetési mechanizmust a természetes nyelvekre jellemző többértelműségek feloldására.

tudásbázis (knowledge base, KB) – →ismeretbázis

Tudás-Reprezentációs Nyelv (Knowledge-Representation Language, KRL) – M. Minsky →keretelméletének közvetlen adaptációja révén létrehozott, →tudás-ábrázolásra alkalmas programozási nyelv (→keretnyelv). Az ismeretek ábrázolási alapegysége itt is a →keret. A ~ beépített következtető mechanizmussal rendelkezik, amely →mintaillesztésen alapszik. Az implicit ismeretek levezetésére alkalmas komplex mintákat a mintaillesztő megfelelő részmintákra bontja, s naplószerű szerkezetbe rendezi. Maga a következtetés ezeknek a részmintáknak a megfelelő sorrendű illesztésére támaszkodik. Az illesztési sorrend vezérelhető. A keretet felépítő →rések →LISP eljárásokhoz hasonlóak, s az illesztések természetének leírására használhatók (→procedurális csatolás). A ~ lehetővé teszi, hogy a tudás általános szerkezetére lehessen koncentrálni, a →deklaratív, ill. a →procedurális tudás megkülönböztetése nélkül.

tulajdonságöröklés (property inheritance) – M. Minsky →keretelméletének egyik központi fogalma: valamely osztály tulajdonságait az osztályhoz tartozó egyedek örökölhetik. A keretelméletben ez úgy nyilvánul meg, hogy a hierarchikus egymásrarendeltségük alapján a →keretek bizonyos információkat (adatok) közösen használhatnak. Ez az elv erős hatást gyakorolt a hagyományos programozásra is, →objektumorientált programozás néven új irányzat alapjául szolgált.

Turing-gép (Turing machine, TM) – információfeldolgozásra alkalmas eszközök és eljárások elméleti tanulmányozására kidolgozott, általános matematikai modell. A. Turing brit matema-

tikus dolgozta ki 1936-ban, s lényegében az összes olyan számításra alkalmas eszköz logikai struktúrájának absztrakt modellje, amelyet elvileg fel lehet építeni. Elméletileg a →véges állapotú automata legáltalánosabb típusa, amelynek végtelen memória áll rendelkezésére. Más megközelítésben az általános célú szekvenciális számítógép absztrakt →modellje. A ~ memóriáját egy, rekeszekre osztott, végtelen szalag jelenti, innen olvas, ill. ide ír a gép, miközben író-olvasó fejét jobbra és balra is elmozdíthatja. A gép alakzatát adott időpontban a szalag tartalma, az író-olvasó fej pozíciója és a gép belső állapota adja, működése lépésekből áll. Minden egyes lépésben megvizsgálja azt a szimbólumot, amelyre a fej mutat, s felülírhatja a szimbólumot, elmozdíthatja a fejet, ill. megváltoztathatja belső állapotát. Ha a gép a kezdőalakzathoz eljut egy végalakzathoz és a szöveg a szalagon folytonos marad, akkor a ~ elfogadta az eredeti szöveget. Az alakzatváltozásokat leképzési szabályok váltják ki, tehát a ~ tkp. programozható. Bizonyítható, hogy a ~ a legáltalánosabb →mondatszerkezetű nyelvtannal, a →megszorítás nélküli nyelvtannal ekvivalens. A ~ modellezhető több szalaggal is. Az elméleti számítástechnikában használt modell az. ún. erőforráskorlátozott többszalagos ~, s a megvalósítható algoritmikus eljárások tanulmányozására szolgál. Ez a modell véges számú, egydimenziós szalagot használ, s működési feltételeként kikötik, hogy meghatározott mennyiségű szalag felhasználásával, meghatározott időn belül álljon le (oldja meg az illető feladatot).

Turing-teszt (Turing test) – mesterséges rendszerek intelligens viselkedésének értékelésére A. Turing által kidolgozott modell. Eredeti célja szerint Descartes-nak 1637-ből származó kijelentését próbálta cáfolni, amely szerint a „gondolkodó gép” megvalósíthatatlan. Ötletét az ún. imitációs játékból merítette. Ennek

három résztvevője van: egy férfi (A), egy nő (B) és egy kérdező (C). Ez utóbbi elkülönített helyiségből kérdéseket tesz fel az első kettőnek, s a válaszok alapján próbálja azonosítani a válaszadók nemét. A férfi stratégiája megtévesztő válaszokat adni, ill. a nő viselkedését utánozni. A nő stratégiája olyan válaszok adása, amelyek lehetőleg utaljanak saját nemére. A ~ben a férfi szerepét (A) a számítógép veszi át, s igyekszik imitálni a B viselkedésmódját. Turing elképzelése szerint 10^9 memóriakapacitású szá-

mítógépek kb. 50 év múlva (tehát kb. a 90-es évek elején) olyan jól játszhatnák ezt a játékot, hogy az átlagos képességű kérdezőnek 70%-ot meg nem haladó esélye marad arra, hogy kb. 5 percnyi kérdés után azonosíthatná a számítógépet. A ~ alapvető jelentősége abban áll, hogy az intelligensen viselkedő rendszert nem rögzített tudással programozott számítógépnek, hanem tanulásra, tapasztalatok leszűrésére alkalmas rendszernek képzelte el, s így a MI hosszútávú kutatási célját szimbolizálja.

U

univerzális kvantifikáció (universal quantification) – az a szintaktikai művelet, amelynek révén a $\rightarrow$ nyitott mondatot a kvantifikált változó ($\rightarrow$ individuumváltozó) minden megengedett értékére igaznak lehet tekinteni. Szintaktikai jelölése az illető mondatnak az $\rightarrow$ univerzális kvantorral történő prefixálása:

$(\forall x)[P(x)]$

értelmezése pedig: a P kijelentés ($\rightarrow$ predikátum) az x változó minden megengedett értéke mellett igaz. A prefixumot követő, zárójelekkel határolt mondat az $\sim$ hatásköre.

univerzális kvantor (universal quantifier) – a $\rightarrow$ predikátumok logikájának jellemző $\rightarrow$ kvantora, jelentése pedig az, hogy a kötött változónak bármely megengedett értéke mellett a $\rightarrow$ predikátum $\rightarrow$ igazságértéke igaz. Általánosan elterjedt jelölése: $\forall$ Jelen kötetünkben: V

utalási határozottság (evoking strength) – $\rightarrow$ orvosi tanácsadó rendszerekben (pl. $\rightarrow$ INTERNIST-ben) használt speciális $\rightarrow$ bizonyossági tényező, amelyet rendszerint a $\rightarrow$ gyakorisági súllyal együtt használnak. Olyan numerikus érték, amely bizonyos tünetek és betegségek egymásra utalási bizonyosságát jellemzi. Kezelésére nem a hagyományos valószínűségszámítás törvényeit, hanem tapasztalati ($\rightarrow$ heurisztika-alapú) tényezőket, ill. kalkulust használnak.

útkeresés (route finding) – a $\rightarrow$ térbeni következtetés egyik jellegzetes problémája. Lényegében olyan tervezési feladat, amely két adott térbeli pont között szakaszokból felépít egy összekötő utat, majd módszert ad annak bejárására. Az $\sim$ tkp. olyan $\rightarrow$ heurisztikus keresési eljárásra redukálható, amelyhez a szükséges információkat a $\rightarrow$ kognitív térképnek nevezett $\rightarrow$ ismeretbázis szolgáltatja.

utódcsomópont (child node) – $\rightarrow$ gráf

Ü

Üres klóz (empty clause) – olyan speciális $\rightarrow$ rezolvens klóz, amelynek $\rightarrow$ szülő klóza éppen csak egy komplement $\rightarrow$ literálpárt (P és $\neg P$) tartalmaznak. Az $\sim$ -t rendszerint NIL-lel jelölik, s mivel nincs modellje, kielégíthetetlen ($\rightarrow$ rezolúció).

V

VAGY (OR) – $\rightarrow$ diszjunkció

VAGY gráf (OR graph) – $\rightarrow$ állapottér

vak[on] keresés (blind search) – $\rightarrow$ teljes körű keresés

válasz (answer, response) – az $\rightarrow$ ember-számítógép együttműködés értelmezésében a kommunikációnak a géptől az ember felé irányuló megnyilvánulása, lényegében az embertől származó $\rightarrow$ kérdés által a gépben kiváltott reakció. A kérdés informatív v. performatív jellegének megfelelően két alapvető formája lehet: információhordozó üzenet jellegű $\sim$ (az angol szakirodalom ezt illeti az „answer” megnevezéssel), ill. állapotváltozásban, tevékenységkifejtésben, viselkedésmódban megnyilvánuló reakció („response”). Az információhordozó $\sim$ ok a $\rightarrow$ kérdés-válasz rendszerek szempontjából további alosztályokba sorolhatók. A $\rightarrow$ helyes $\sim$ a $\rightarrow$ tudásalapú rendszer $\rightarrow$ ismeretbázisában rögzített tényekből logikailag következő állítás, s gyakorlatilag $\rightarrow$ rezolúció révén határozható meg ($\rightarrow$ kérdés-válaszolás). Adott kérdésre ezzel a módszerrel esetleg több helyes $\sim$ is adható, gyakorlati jelentősége viszont csak a $\rightarrow$ hasznos $\sim$ oknak, ill. a $\rightarrow$ nemfélrevezető $\sim$ oknak van. Mindezen szempontok vizsgálatára a logikának speciális irányzata alakult ki, az ún. $\rightarrow$ kérdések logikája.

valószínűségi következtetés (probabilistic inference) – bizonytalan információk alapján végzett olyan $\rightarrow$ valószínű következtetés, amely a valószínűség-számítás matematikailag igazolt törvényeit használja fel bizonyos hipotézisek elfogadására v. visszautasítására, ill. a levont következtetések megbízhatóságának jellemzésére. Egyik fontos változata a $\rightarrow$ Bayes-féle döntési módszer. Számítógéppel viszonylag pontosan és egyszerűen modellezhető numerikus eljárás, viszont csak bizonyos feladatosztályoknál alkalmazható.

valószínűségi logika (probabilistic logic) – olyan $\rightarrow$ többértékű logika, amely végtelen sok $\rightarrow$ igazságértéket használ, s ezeket a $[0,1]$ zárt intervallum valószínűségeihez kapcsolja. Elsősorban a véletlen események modellezésére dolgozták ki, $\rightarrow$ tudásalapú rendszerekben a $\rightarrow$ valószínűségi következtetés matematikai alapja.

valószínű következtetés (plausible reasoning) – a bizonytalanság körülményei közötti $\rightarrow$ következtetés. A bizonytalanság több forrásból származhat: a való világba vonatkozó információk megbízhatósági szintjéből, a megfigyelő saját szűrőinek az információkra gyakorolt hatásából, az ábrázolási nyelv eredendő pontatlanságából, a beszerzett információk nem teljes voltából, a különböző forrásokból származó információk aggregálásából stb. A bizonytalanságnak is két alapvető típusa különböztethető meg: a véletlenszerűség azt tükrözi, hogy adott elem nem tartozik egy jól meghatározott halmazhoz, az árnyékoltóság („fuzziness”) pedig azt, hogy adott elem csak részben tartozik egy nem pontosan körülhatárolt halmazhoz. Az ilyen helyzetekben elvégzett következtetések csak bizonyos valószínűséggel fogadhatók el igaznak. A $\sim$ i módszerek két nagy csoportba sorolhatók a bizonytalanság kezelése alapján. A numerikus módszerek a bizonytalanság jellemzésére valamilyen valószínűség jellegű (valószínűség-számításon v. statisztikai elemzésen alapuló) numerikus mennyiséget rendelnek a feltételekhez, majd módszert adnak a következmények megbízhatóságának kiszámítására (pl. $\rightarrow$ Bayes-féle döntési módszer v. a $\rightarrow$ szakértőrendszerekben használt $\rightarrow$ bizonyossági tényező). A szimbolikus módszerek elsősorban a nem teljes információkban rejlő bizonytalanságot kezelik. Ilyen módszer pl. az $\rightarrow$ alapértelmezett következtetés, a $\rightarrow$ körülhatárolás v. a $\rightarrow$ heurisztika.

váltott kezdeményezésű dialógus (mixed-initiative dialogue) – $\rightarrow$ intelligens használói felületek alapvető külső jegye,

amely minőségileg megkülönbözteti őket a hagyományos számítástechnika területén alkalmazott $\rightarrow$ ember-számítógép együttműködéstől. Lényege az, hogy az ember és a számítógép egyenrangú feleként vehetnek részt a problémamegoldást célzó párbeszédben. A $\rightarrow$ tudásalapú rendszer maga is tehet fel bizonytalanságot oszlató, információszerző kérdéseket, majd a válaszok fényében módosíthatja további viselkedését. Különleges szerepet játszik pl. az $\rightarrow$ intelligens számítógépes oktatásban, a fejlettebb intelligenciaszintű $\rightarrow$ szakértőrendszerek megvalósításában stb.

véges állapotú automata (finite-state automaton) – az $\rightarrow$ automaták legegyszerűbb, a $\rightarrow$ matematikai nyelvészletben jelentős szerepet játszó típusa, amely véges számú állapotot vehet fel, s bemenetén véges számú szimbólumot képes fogadni. Nyelvelméleti szempontból a $\rightarrow$ reguláris nyelvtannal ekvivalens. Nem rendelkezik memóriával, ezért viselkedését kizárólag az aktuális állapot és a beolvasott szimbólum befolyásolja. Ábrázolására olyan $\rightarrow$ irányított gráf használható, amelyben a csomópontok képviselik az állapotokat, az ezeket összekötő irányított éleket pedig a $\rightarrow$ terminális szimbólumok címkézik. A csomópontok között van egy kitüntetett, gyökércsomópontnak nevezett, amely a $\sim$ kezdőállapotát képviseli. Egy v. több csomópont a $\sim$ végállapotainak felel meg. A kezdőállapotból egy végállapotba vezető út a $\sim$ által felismert mondatnak felel meg. A $\sim$ egy javított változata az éleket $\rightarrow$ nemterminális szimbólumokkal (tkp. nyelvtani kategóriákkal) címkézi. A $\sim$ általánosítható bizonyos számú speciális éltípus bevezetésével. Ezek közül a legfontosabb a PUSH típus, amellyel több $\sim$ rekurzív struktúrába szervezhető ($\rightarrow$ rekurzív átmenetháló), s így a $\rightarrow$ környezetfüggetlen nyelv elemzésére alkalmas $\rightarrow$ veremautomatával egyenértékű ($\rightarrow$ gyenge ekvivalencia) elemző képezhető.

véges értékű logika (finite-valued logic) – a $\rightarrow$ többsértékű logika egyik alosztálya, amely az igaz és a hamis $\rightarrow$ igazságértékek mellett más értékeket is megenged (pl. ismeretlen, közömbös, közbülső stb.), de ezek száma feltétlenül véges.

véges játék (finite game) – $\rightarrow$ játék, $\rightarrow$ kétszemélyes teljes információjú játék

végrehajtás-ideji típuskötés (runtime typing) – a $\rightarrow$ LISP nyelv egyik érdekes újítása. A „hagyományos” programozási nyelvekkel ellentétben, ahol a különböző változók már a fordítás ideje alatt meghatározott típushoz tartoznak, a LISP-nél a típuskötés elhalasztható a végrehajtás idejére.

végtelenértékű logika (infinite-valued logic) – a $\rightarrow$ többsértékű logika egyik alosztálya, elsősorban a pontatlan, véletlenszerű (valószínű) jelenségek vizsgálatára. A $\sim$ nyelvének formuláihoz $\rightarrow$ igazságértékeként v. a $[0,1]$ zárt intervallum értékei rendelhetők ($\rightarrow$ valószínűségi logika), v. valamely folytonos függvény értékei ($\rightarrow$ bizonytalansági logika).

vélemény (belief) – 1. Bizonyos mértékben elhihető, valószínű állítás, a valós világról alkotott $\rightarrow$ tudásnak a megfigyelő egyed kognitív szűrőin átvezetett visszatükröződése. Az objektív tudással szemben a $\sim$ magán hordozza az egyedi megfigyelő személyes jegyeit, s szoros kapcsolatban van a $\rightarrow$ köznapi tudással. Ugyanannak a fizikai valóságnak sokszor igen eltérő jelentése, tükrözése van a különböző megfigyelők tudatában. A $\sim$ ekkel kapcsolatos MI-kutatások előtt számos, megoldásra váró probléma áll: a tudás és a $\sim$ viszonya, ill. e kettősség hatása az intelligensen viselkedő mesterséges rendszerek előállításában; a következtetések alapjául szolgáló fogalmak sokszor intenzionális jellegéből adódó kérdések; a természetes nyelvek egyes mondatainak (meggyőződéseknek, hiteknek, elgondolásoknak stb.) helyes kezelése stb. A $\sim$ ek megfelelő kezelése különösen fontos olyan területeken, ahol a problémamegoldásra erősen rányomja

bélyegét a megoldó személyisége, egyéni tapasztalata (pl. orvosi diagnosztikában, empirikus ipari receptek összeállításában stb.), tehát elsősorban a $\rightarrow$ szakértőrendszereknél. – 2. $\rightarrow$ Tudásalapú rendszerekben – a premissák alapján – a $\rightarrow$ következtető gép által levezetett állítás, amely rendszerint csak megfelelő igazolással fogadható el további levezetések alapjául.

vélemény-átértékelés (belief revision) – $\rightarrow$ véleményrendszerek modellezésének alapvető feladata, ill. tevékenysége, amelynek célja a környező világ változásainak figyelembevétele ($\rightarrow$ keretprobléma). A $\sim$ sel kapcsolatos kutatások magukban foglalják a $\rightarrow$ vélemények, ill. a közöttük fennálló viszonyok ábrázolási formalizmusainak, az új információk fényében elavult, ellentmondásos véleményhalmazok felderítési módszereinek, az ellentmondás-mentesség visszaállítási elveinek vizsgálatát ($\rightarrow$ nemmonoton következtetés, $\rightarrow$ keretprobléma stb.). A $\sim$ modellezésére R. M. Stallman és G. J. Sussman dolgozott ki elméletet ($\rightarrow$ igazságkarbantartás), majd J. Doyle valósított meg területfüggetlen modellprototípust ($\rightarrow$ igazságkarbantartó rendszer), amelynek alapvető jelentősége lehet a tanulás, ill. a látás modellezésében, a $\rightarrow$ természetesnyelv-megértésben stb.

véleményrendszer (belief system) – általános értelmezésben $\rightarrow$ vélemények, ill. azokra alapozott implicit v. explicit következtetési eljárások rendszere. Tanulmányozásának alapvető jelentősége abban áll, hogy a mesterséges intelligens rendszerek elsősorban az emberre jellemző, nem mindig szigorú logikai törvények alapján végzett problémamegoldást modellezik. Más megközelítésben a környező világra vonatkozó információk nem mindig származnak közvetlen megfigyelésből, következésképpen alapvetően hiányosak, nem teljesek, ill. bizonytalanok. Mégis, ezek alapján következtetni, tervezni kell a köznapi életben, így a mesterséges rendszerek tervezői sem

hagyhatják figyelmen kívül. A $\sim$ ek tanulmányozására a $\rightarrow$ logika új területei alakultak ki, amelyek már nem a klasszikus modellre épülnek ($\rightarrow$ nemmonoton következtetés, $\rightarrow$ valószínű következtetés stb.). Alapvetően négy elméleti típus foglalkozik a $\sim$ számítógépes modellezésével: a $\rightarrow$ vélemény-átértékelés elmélete a $\sim$ konzisztenciájával foglalkozik elsősorban, figyelembe véve a környező világ változásainak hatását a $\rightarrow$ tudásalapú rendszerek $\rightarrow$ ismeretbázisára; az ismeretelméleti megközelítések az ábrázolási formalizmusok kidolgozására összpontosítanak; a formális heurisztikai elméletek a formális ábrázoláson alapuló következtetési módszereket tanulmányozzák ($\rightarrow$ nemklasszikus logika); a pszichológiai heurisztikai elméletek az egyedi, személyi vonásokat mutató következtetések modellezésével foglalkoznak.

verbális modell (verbal model) – olyan $\rightarrow$ szimbolikus modell, amely a valós világrészlet ábrázolására valamely természetes (v. mesterséges) nyelv szimbólumrendszerét használja.

veremautomata (push-down automaton, PDA) – olyan $\rightarrow$ véges állapotú automata, amelyet speciális, veremszerkezetű memóriával egészítettek ki. Ez a memória utolsó-be-első-ki (LIFO) típusú lista, amely egyik oldalán zárt, másik oldalán (elvileg) végtelen. A listába új elemet beírni mindig csak az aktuálisan utolsó elem után lehet, hozzáférni pedig kizárólagosan csak az utolsó elemhez lehetséges (olvasás, törlés). A memória egyik eleme egyetlen szimbólum tárolására alkalmas. A $\sim$ következő állapotát az aktuális állapot, a veremtár tartalma, ill. a beolvasott szimbólum határozzák meg (állapotátmenetet beolvasás nélkül is okozhat az aktuális állapot és a verem tartalma). A $\sim$ akkor fogadott el egy mondatot, ha az utolsó szimbólum beolvasása után a veremtár üres, a gép állapota pedig valamely végállapotnak felel meg. Bizonyítható, hogy a $\rightarrow$ nemdeterminisztikus $\sim$ elfogadja a $\rightarrow$ környezetfüggetlen

nyelvtan által generált nyelvet. A $\rightarrow$ determinisztikus $\sim$ -val csak a környezetfüggetlen nyelveknek egy részhalmazát, az ún. $\rightarrow$ determinisztikus környezetfüggetlen nyelveket lehet felismerni.

vertikális elemzés (depth-first parsing, DFP) – a $\rightarrow$ szintaktikai elemzés olyan stratégiája, amely a $\rightarrow$ szintaxisfát áganként építi fel. Ez lényegében azt jelenti, hogy ha egy adott $\rightarrow$ mondatformára több $\rightarrow$ helyettesítési szabály is alkalmazható, csak egyet vesz figyelembe, s így tkp. a szintaxisfa mélységében halad előre, s mindig csak egy utat eleméz. Ez viszont egy adott szinten hibásnak bizonyulhat, ezért $\rightarrow$ visszalépegetést kell alkalmaznia (ellentétben a $\rightarrow$ horizontális elemzéssel).

vertikális keresés (depth-first search) – a $\rightarrow$ teljes körű keresés egyik alaptípusa. Kiinduló feltételezése az, hogy a $\rightarrow$ feladattérben ($\rightarrow$ állapottérben) mindegyik célhoz vezető út azonos valószínűséggel rendelkezik, ezért a feladatot ábrázoló gráf (fa) legmélyebben található csomópontjait vizsgálja először. Ez úgy valósítható meg, hogyha a vizsgált csomópont nem a célállapotot képviseli, és a csomópontnak vannak utódcsomópontjai, akkor a következőkben ezeket vizsgálja. Ha nem léteznek utódcsomópontok, akkor az eljárás visszatér az adott csomópont-hoz tartozó elődcsomópont-ra, és annak következő utódcsomópontját vizsgálja. (A $\sim$ tkp. $\rightarrow$ gráfkeresés, ugyanis a keresőgráfot lépésenként, $\rightarrow$ csomópont-kiterjesztéssel építi fel.) Az eljárás során feljegyzésre kerülnek az elődcsomópontok, ezek láncolása adja a célállapot felismerésének pillanatában a megoldást jelentő utat. A megvizsgálandó csomópontok feljegyzésére FIFO szerkezetű listát használnak (rendszerint OPEN listának nevezik). Ha b jelöli az $\rightarrow$ elágazási tényezőt (vagyis az utódcsomópontok, ill. a kiinduló élek átlagos számát) és d $\rightarrow$ keresési mélységet, az eljárás időbonyolultsága $IO(b^d)$. A $\rightarrow$ horizontális kereséssel szemben előnyt jelent az,

hogy $\sim$ -nél mindig csak az aktuális útnak megfelelő csomópontokat kell tárolni, így tárkomplexitása csak $TO(d)$. A $\sim$ hátránya, hogy a feladatok többségénél az állapottér mélysége nem ismert előre, ezért hatékonysági megfontolásokból a keresési mélységet ($\rightarrow$ mélységi korlátot) megszorításként előre meg szokták határozni. Ha ez kisebb, mint a tényleges állapottér mélysége, megtörténhet, hogy a keresés nem vezet eredményre (pedig létezik megoldás), ha viszont nagyobb, ez az időbonyolultság révén előnytelen, a megoldás nem jelenti az optimális (legrövidebb) utat. Javított változata a $\rightarrow$ mélységnövelő vertikális keresés. (Szinonimája a mélységi keresés.)

vezérlési stratégia (control strategy) – $\rightarrow$ produkciós rendszerek meghatározó összetevője, a $\rightarrow$ konfliktusfeloldás eszköze. Azon szempontok összessége, amelyeknek alapján az adott helyzetben alkalmazható $\rightarrow$ produkciós szabályok között elsőbbségi sorrendet lehet felállítani. A $\sim$ elsőrendű feladata a ténylegesen végrehajtandó szabály kiválasztása, általában a szabályok alkalmazhatóságának ellenőrzése, a befejezési feltétel követése, esetleg a már alkalmazott szabályok nyilvántartása. A $\sim$ -k két alapvető osztályba sorolhatók: $\rightarrow$ nemmodosítható $\sim$ -k, ill. $\rightarrow$ modosítható $\sim$ -k. Ez utóbbiak a $\rightarrow$ heurisztika elemeinek felhasználása szempontjából további két csoportba sorolhatók: $\rightarrow$ neminformált $\sim$ -k, ill. $\rightarrow$ informált $\sim$ -k.

világismeret (world knowledge) – $\rightarrow$ tudásalapú rendszerek $\rightarrow$ ismeretbázisában nem a konkrét feladatra vonatkozó, de annak megoldásában nélkülözhetetlen, általános jellegű ismeret, háttértudás.

világ-koordináták (world coordinates) – $\rightarrow$ robotok kinematikájában a csuklós csatlakozások leírására használt koordinátarendszer, amely a csuklók térkoordinátáit, ill. azok elmozdulási irányának koordinátáit tartalmazza.

virtuális gép (virtual machine) – 1. Számítógépek, programozási nyelvek, algoritmusok stb. elméleti tanulmányozására előállított →matematikai modell, formális rendszer. Alapvető jelentősége abban áll, hogy matematikailag megalapozott eljárásokat, absztrakciókat használhat a jelenségek tanulmányozására, s ugyanakkor bármely – a gyakorlatban előfordulható konkrét – számítógéprendszer elvonatkoztatott tulajdonságait figyelembe veheti. – 2. Az elosztott vezérlés körülményei között dolgozó számítógép-hálózatokkal kapcsolatos fogalom. Azt az absztrakt számítógépet jelöli, amelynek vezérlése – az operációs rendszer szempontjából – egyenértékű az egész hálózat vezérlésével. – 3. A MI szempontjai szerint a →MI programozási nyelvek által definiált végrehajtórendszer. Ez az elv teszi lehetővé a →LISP-, a →PROLOG- stb. programok végrehajtását a hagyományos, alapvetően szekvenciális jellegű →Neumann-architektúrán is.

visszaadott érték (backed-up value) – →minimax eljárás

visszacsatolás (feedback) – →kibernetika

visszahaladó keresés (backward search) – →célvezérelt keresés

visszahaladó következtetés (backward reasoning) – olyan →következtetési stratégia, amelynél az eljárás a bizonyítandó eredményből indul ki, s visszafelé haladva próbálja kimutatni a bizonyítás kiinduló tényeinek fennállását. A →feladattérrel ábrázolt problémáknál a célállapotból indul ki, s azt lépésenként részcélokra bontva alakítja át az állapotokat egészen addig, amíg a kezdőállapotba nem jut (→célvezérelt keresés). A →produkciós rendszerek viszonylatában a →célvezérelt produkciós rendszereknek felel meg. (Szinonimája a →visszaláncolás.)

visszahaladó produkciós rendszer (backward production system) – →célvezérelt produkciós rendszer

visszaláncolás (backward chaining) – →visszahaladó következtetés

visszalépegetés (backtracking) – döntési, optimalizációs, →keresési stb. eljárásokban használt módszer. Az ilyen jellegű feladatok általános megfogalmazása a következő: adott egy n dimenziójú →állapottér $[D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n]$, amelyben meg kell határozni azt az n -est $(x_1, x_2, \dots, x_n)$, amely kielégíti egy adott kényszert, vagyis amelyre az $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ függvény (kritérium) értéke maximális (v. minimális). A →teljes körű keresés megvizsgálja az összes létező n -est, s azután választja ki az optimumot. Ez az eljárás azonban a legtöbb valós feladatnál lehetetlenné válik az erőforrások (elsősorban a végrehajtási idő és a memóriakapacitás) korlátozott jellege miatt (→kombinatorikus robbanás). Ezt a hátrányt hivatott kiküszöbölni a ~ módszer, amely részenként építi fel a végeredményt úgy, hogy a részeredmények vizsgálatával kiküszöbölni a nem megfelelő n -esek megvizsgálását. A módszer lényege az, hogy a végeredményt $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ lépésenként építi fel, minden egyes részeredményt $(x_1, x_2, \dots, x_k)$ helyi (módosított) kényszernek alávetve, így:

$$g_1(x_1)$$

$$g_2(x_1, x_2) \dots$$

$$g_n(x_1, x_2, \dots, x_n) = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

A ~ legnagyobb előnye, hogy általánosan használható módszer, hátránya viszont, hogy konkrét esetekben hatékonysága nem kielégítő (kedvezőtlen útválasztásnál esetleg csak későn derül fény a visszalépés szükségességére). A ~ nem garantálja a biztos megoldást, az egész eljárás sikertelenül is befejeződhet, v. végtelen ciklusba kerülhet, ha a már bejárt útszakaszokat újra és újra bejárák. A hatékonyság szempontjából igen fontos a helyi (vagy módosított) kényszerek minél megfelelőbb kiválasztása, a megoldandó feladat jellegének megfelelően, amivel az adott pillanatban rendelkezésre álló lehetőségek számát

jelentősen csökkenteni lehet. E kényszerek lehetnek általános optimalizációs szempontok is, de még hatékonyabb az adott feladatra jellemző $\rightarrow$ heurisztika elemeinek felhasználása. Pl. a közismert 8 királynő problémánál az eredeti keresési tér 64^8 lehetőséget tartalmaz. Az az egyszerű megfigyelés (kényszer), hogy azonos sorban, ill. oszlopban nem lehet két királynő, máris 81-ra szorítja le a megvizsgálandó eseteket. A $\sim$ -nek azt a típusát, amelyben csak a helyi optimumokat keresik, $\rightarrow$ kronologikus $\sim$ -nek is nevezik, megkülönböztetésül a javított eljárásoktól ($\rightarrow$ nemkronologikus visszalépegetés). Javítható a módszer hatékonysága olyan módon is, hogy az egyes részeredmények sikertelensége után nem következik rögtön az előző részeredményre való visszalépés, hanem kiértékelik a sikertelenség okát, s a szerzett információk alapján esetleg több lépésben visszafelé keresik azt a részeredményt, amely kikerüli az újabb sikertelenség lehetőségét. Az ilyen típusú $\sim$ t, amely a helyi optimumok mellett a globális optimumot is szem előtt tartja, $\rightarrow$ függségvezérelt $\sim$ -nek nevezik. A heurisztikus elemeket is felhasználó eljárást $\rightarrow$ intelligens visszalépegetésnek nevezik. A $\sim$ -nek alapvető jelentősége van a $\rightarrow$ MI-programozási nyelvek megvalósításában (elsősorban a $\rightarrow$ PLANNER-nél és a $\rightarrow$ PROLOG-nál), amelyekben a beépített következtető mechanizmus a $\rightarrow$ mintaillesztésen és a $\sim$ -en alapszik.

visszalépegető vezérlési stratégia (backtracking control strategy) – a $\rightarrow$ visszalépegetés módszerét alkalmazó $\rightarrow$ módosítható vezérlési stratégia. Lényege abban áll, hogy ha a $\rightarrow$ produkciós szabályok sorozatos alkalmazása közben zsákutcát jelentő állapotba kerül, akkor képes egy olyan előző állapotba visszatérni, ahonnan még van esély a $\rightarrow$ célállapot elérésére. Szerkezeti szempontból ez azt jelenti, hogy a $\rightarrow$ produkciós rendszernek nyilván kell tartania a bejárt utat, vagyis az időközben létreho-

zott állapotokat, ill. az egyes állapotokhoz tartozó összes alkalmazható, de még ki nem próbált produkciós szabályt. Magára a visszalépésre csak akkor kerül sor, ha az adott állapothoz tartozó összes alkalmazható szabály kipróbálása sem vezetett a várt eredményre. Az adott helyzetben alkalmazható szabályok sorrendje általában nincs előre rögzítve. A $\sim$ hatékonysága növelhető viszont, ha az alkalmazási sorrendet valamilyen szempont szerint optimalizálják. Konkrét feladatok megoldásánál $\rightarrow$ heurisztikus eljárásokkal a hatékonyság még tovább is növelhető.

visszametszés (pruning) – $\rightarrow$ mintaillesztést v. általában $\rightarrow$ keresést alkalmazó programozástechnikáknál használt gyorsító eljárás. Lényege abban áll, hogy a mintaillesztés előrehaladását erőszakkal megszakítják, ha előreláthatóan nem fog eredményhez vezetni, s $\rightarrow$ visszalépegetéssel olyan helyzetből folytatják a próbálgatást, ahol még van remény megfelelő megoldásra.

visszlrányú transzformáció (reverse transformation) – a $\rightarrow$ transzformációs nyelvtanokban használt olyan $\rightarrow$ transzformáció, amely a $\rightarrow$ felszíni szerkezetek elemzésére szolgál

vizuális objektumfelismerés (visual object recognition) – a $\rightarrow$ térbeni következtetéssel kapcsolatos kutatások egyik részterülete, amelynek alapvető célja a térbeni információk ábrázolása. A számos javasolt módszer lényegében három osztályba sorolható: a $\rightarrow$ részegész leírás, a $\rightarrow$ volumetrikus leírás, ill. a $\rightarrow$ határfelület-leírás. Az első típus tkp. általános módszer, térbeli jellegzet akkor kap, ha az $\rightarrow$ asszociatív hálóval történő ábrázolásba térkoordinátákat v. hasonló jellegű paramétereket iktatnak.

volumetrikus leírás (volumetric description) – a $\rightarrow$ vizuális objektumfelismerésben használt ábrázolási módszer, amely a különböző térbeni objektumokat meghatározott térfogatú és egymáshoz

viszonyított helyzetű test kombinációjaként ábrázolja. Az összetevő testek v. előre rögzített primitívakönyvtárból, v. felületforgatásból származnak (→általánosított hengerek). Egyes rendszerekben a térfogatok különbsége is használható. A testek formális leírása az ún. →foglaltsági mátrixok v. a →kvadratikus (ill. →oktális) fák segítségével történik.

vonatkozásai többértelműség (referential ambiguity) – természetes nyelvi jelenség, amely abban nyilvánul meg, hogy adott →felszíni szerkezetből nem egyértelműen következtethető a pontos →mélyszerkezet. Pl. a „Levette a csokoládét a tortáról és megette.” mondatban nem egyértelmű, hogy az alany a csokoládét v. a tortát fogyasztotta-e el.

W

Wang algoritmus (Wang's algorithm)

– logikai formulák érvényességének kimutatására szolgáló eljárás ($\rightarrow$ érvényes formula), amely hatékonyan alkalmazható $\rightarrow$ tételbizonyításra az $\rightarrow$ ítéletkalkulusban. Lényege az, hogy az eredeti formulát először

$$A_1 \& A_2 \& \dots \& A_m \rightarrow B_1 \vee B_2 \vee \dots \vee B_n$$

alakra hozza, majd több formulára tagolja a logikai törvények alapján ($\rightarrow$ ekvivalens formulák). Ha adott felbontásban az $\rightarrow$ implikáció mindkét oldalán megjelenik ugyanaz a formula, akkor az eredeti teljes formula érvényes.

X

XCON – VAX-11/780 típusú számítógéprendszerek konfigurálására kidolgozott →szabályalapú rendszer (→szakértőrendszer). J. McDermott fejlesztette ki a 80-as évek elején. Az ~ tapasztalataira épül az egyik legismertebb →keretrendszer, az →OPS5, amely tkp. a tiszta →produkciós rendszer gyakorlati megvalósítása.

X-vonás nyelvtan (X-bar grammar)
– nyelvtani szerkezetek ábrázolására használt formalizmus, amely a →generatív nyelvtan (tkp. a →transzformációs nyelvtan) keretében kapott szerepet. Alapötlete az a megfigyelés, hogy a nyelvtani szerkezetek (pl. névszói csoport, igei csoport stb.) egy-egy kitüntetett elem specifikus kiterjesztésére építhetők. Az ~ legfontosabb előnye abban rejlik, hogy egységes módon tudja kezelni a különböző szófaj-, ill. mondatrész-kategóriákat.

Z

zárt mondat (closed sentence) – a $\rightarrow$ nyitott mondat ellentettje, vagyis olyan (kijelentő) mondat, amely nem tartalmaz névvel behelyettesíthető $\rightarrow$ individuum-változókat ($\rightarrow$ szabad változókat).

zártvilág-feltételezés (closed-world assumption, CWA) – mesterséges rendszerek tervezésének ma már túlhaladott vezérelve, amely szerint a valós világról adott pillanatban meglévő $\rightarrow$ tudás teljes és végleges, ill. adott probléma megoldásához minden szükséges ismeret rendelkezésre áll, és ha valami igaz, akkor az is marad. Az ilyen rendszerek vezérlési stratégiája a $\rightarrow$ monoton logikán alapszik, s működésük alapvetően determinisztikus. A ~elsősorban a hagyományos számítás-

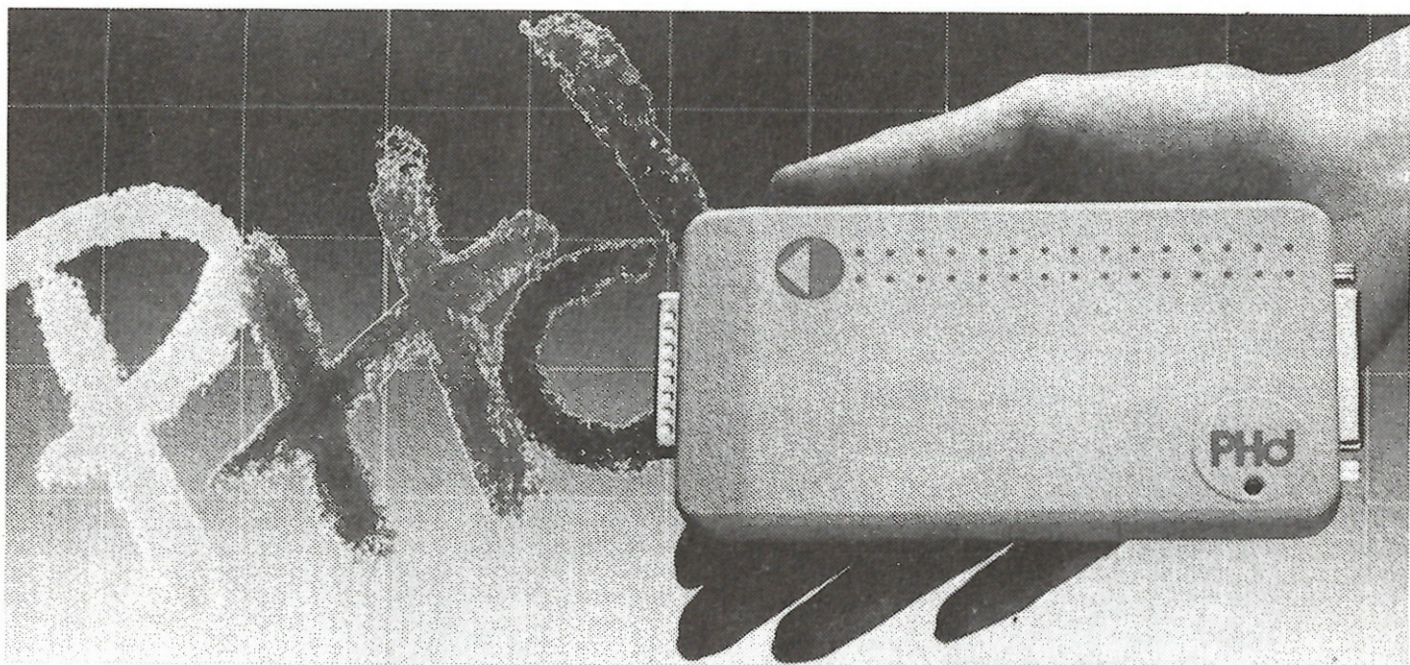
technika programtermékeire jellemző, s egy idő után komoly akadálya lett a további fejlődésnek, ugyanis nem veszi figyelembe a valós világ állandóan változó jellegét, sem a róla alkotott tudás viszonylagos szintjét (szemben a $\rightarrow$ nyitott rendszerrel).

zérusösszegű játék (zero-sum game) – $\rightarrow$ játék, $\rightarrow$ kétszemélyes teljes információjú játék

zérusrendű logika (zero-order logic) – olyan $\rightarrow$ logikai rendszer, amelynek nyelve nem engedélyezi változók használatát, mondataiban tehát mindig konkrétan kell fogalmazni. Természetes nyelvekben ez olyan kijelentő mondatoknak felel meg, amelyekben csak főnevek szerepelhetnek (tehát névmások jelenléte kizárt). Jellegzetes képviselője az $\rightarrow$ ítéletek logikája.

POCKET HARD DISK - KÜLSŐ HARDDISK-BŐVÍTÉS

Minden IBM-kompatibilis számítógép párhuzamos portjához csatlakoztatható.
Minden DOS-környezetű programmal használható.



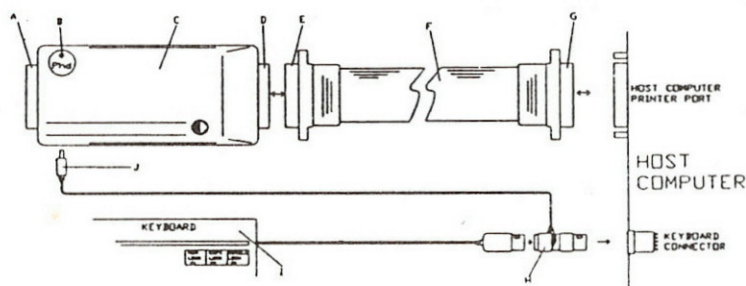
**Egyszerű, automatikus üzembe helyezés.
Minden bekapcsoláskor automatikus teszt.**

Gyors adatelérés
Nagy átviteli sebesség

Hordozható
Kis méret

Könnyű
Rázásálló

Adatbiztonság
Megbízható működés



Tartozékok:

- adatkábel
- tápfeszültségkábel
- üzembe helyező program

- akkumulátoros töltő
- tesztprogram
- formattálóprogram
- használati utasítás
- 12 hónap garancia

Opció: hálózati adapter



KT TECHNOLOGY HUNGARY

1119 Budapest, Keveháza u. 19-21.
bejárat az Ózora u. felől
Telefon: 161-3639. Telefon/fax: 161-3851

IBM-kompatibilis számítógépek
teljes választékban, tartozékokkal együtt,
hihetetlenül olcsón!
Rugalmas szervizhálózat, gyors kiszolgálás,
hálózattelepítés, szaktanácsadás

Bővebb információért forduljanak a helyi viszonteladókhhoz:

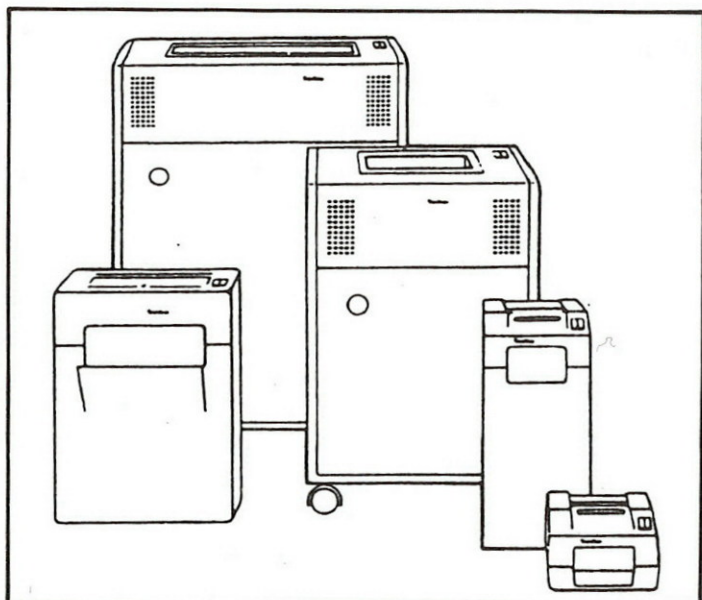
Budapest: Kürt, Toshiba
Szombathely: Flag, Medias BT
Győr: Vercomp
Keszthely: Neolit Kft.

Siófok: Siodigit
Pécs: System-5, M & M Computer
Gödöllő: Mozaik Software Stúdió
Eger: MD Informatika

Miskolc: Computer Praxis
Nyíregyháza: CHIP szm. szaküzlet, Wantex
Debrecen: Queen Paletta, Swisstrade
Békéscsaba, Kecskemét: Computer M

HÍVJON BENNÜNKET!

AZ INFORMÁCIÓ KINCS, AMIT VÉDENI KELL!



Az adattolvajok
ellen
ajánljuk a

Geha

íratmegsemmisítőket

15 féle típus közül választhat, 35 000–190 000 Ft közötti áron

AZONNALI SZÁLLÍTÁS!

Íratai, leporellói, mágneses
adathordozói így biztosan
nem kerülnek
illetéktelen kezekbe



Érdeklődni lehet:

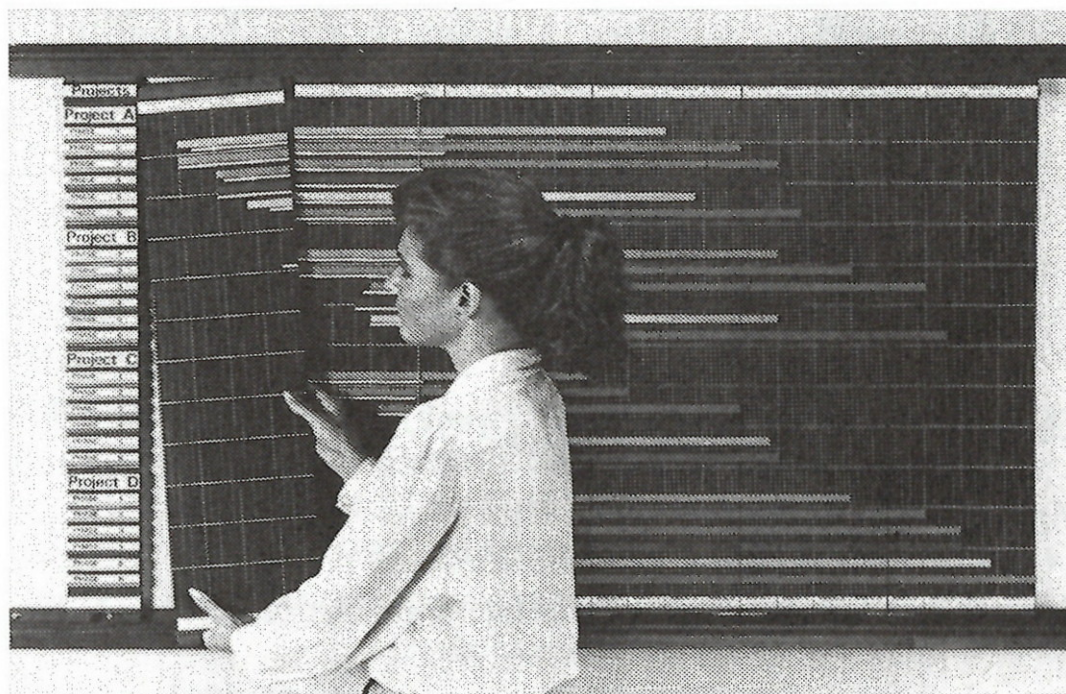
VEVŐSZOLGÁLATI IRODA

1089 Budapest, Bláthy O. u. 35. Tel.: 210-2997, 269-9055. Fax: 269-9054

1065 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky út 19/a. Telefon/Fax: 132-0118

efficiënta®

vizuális projektkövető rendszer



Praktikus, bővíthető, esztétikus!

ALKALMAS BÁRMELY MUNKAFOLYAMAT:

- ◆ termelésprogramozás
- ◆ készletgazdálkodás
- ◆ beruházásirányítás
- ◆ karbantartás
- ◆ kapacitáshasznosítás
- ◆ statisztikai ábrázolás

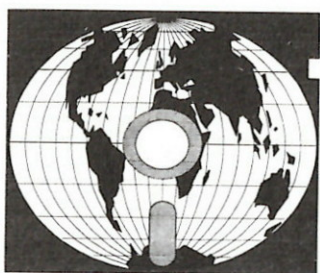
vizuális tervezésére és ellenőrzésére.

Bemutatóterem, szaktanácsadás, rendelésfelvétel:



VEVŐSZOLGÁLATI IRODA
1089 Budapest, Bláthy Ottó utca 35.
Telefon: 210-2997, 269-9055.
Fax: 269-9054

Értékesítés: 1065 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky út 19/a. Telefon/Fax: 132-0118



FLOPPYLAND

SZAKÜZLET

Nézzen be hozzánk!

- Kereskedelmi szoftverek, játékok
- Magyar szoftverek
- SolarSoft Shareware programkönyvtár
- Angol és magyar szakkönyvek, folyóiratok
- POLAROID, Maxell, SONY, TDK mágneslemezek
- POLAROID professzionális monitorszűrők
- Számítástechnikai kiegészítők
- Tisztítóeszközök
- Irodaszerek

Cédrus Floppyland Kft.
1056 Budapest, Váci utca 84.
Telefon és fax: 118-2651, 266-8971

Cédrus Kiadó Mintaboltja

Terek Könyve

Csillagközi tudáshalmaz

Nem tudhatjuk, hogyan került a Földre ez a mű.
Egy reggel kis csomagot találtunk az ajtónk előtt.
A különös alakúra formázott, papírhoz hasonló anyagra
több színnel ráfotózott, érthetetlen jelhalmazokat komputer
segítségével lefordítottunk.

Ekkor derült ki, mit tartunk a kezünkben.
Nem kétséges a „könyv” földönkívüli eredete.
Egy idegen világ üzenete lehet, amit viszont nem nekünk
szántak. Valószínűleg véletlenül vagy katasztrófa folytán
kerülhetett bolygónkra. Az egyetlen halvány nyom:
a számítógép az eredeti mű kezdetét és végét fordítva
többször kiadott egy szót: „ZOT-OR'IM”, ami
megtalálható a „Lexikon” címszavai között is.
Kiegészítettük „földi” tudományos magyarázatokkal is,
melyeket DD-s mágneslemezen bocsátunk olvasóink
rendelkezésére.

Fogyasztói ára: 999,— Ft
Mágneslemezes változata: 1.399,— Ft

Megjelenését 1993. év végére tervezzük.
Előzetes megrendeléseket a Kiadóban felveszünk!

Aki előre jelzi igényét, kedvezményben részesül!



Cédrus Kiadó
1441 Budapest VIII., Kőbányai út 21.
Tel./Fax: 269-9128

A

Cédrus Kiadó

még kapható ALAPLAP KÖNYVEI

<i>Nagy Gábor: Tömör gyönyör</i>	156,- Ft
<i>Detrik Péter: Az SQL nyelvről</i>	375,- Ft
Számítástechnikai alaplexikon I. <i>Jodál Endre: Általános fogalmak (2. kiadás)</i>	496,- Ft
Számítástechnikai alaplexikon II. <i>Jodál Endre: Adatkommunikáció és számítógép-hálózatok</i>	299,- Ft
Számítástechnikai alaplexikon III. <i>Buzás Gábor: Ipari számítástechnika és automatizálás</i>	496,- Ft
Számítástechnikai alaplexikon IV. <i>Jodál Endre: Mesterséges intelligencia</i>	496,- Ft
<i>Farkas Ernő: PC-szótár</i>	456,- Ft
<i>Kis János: BBS – avagy az elektronikus postaláda (mágneselemmel melléklettel)</i>	599,- Ft
<i>Jodál Endre: Informatikai alapszókincs (15 000 szavas angol–magyar szótár)</i>	299,- Ft
<i>Csórián Sándor: Számítógépes kommunikáció</i>	299,- Ft

Könyveink megrendelhetők postai utánvétellel címünkön:



Cédrus Kiadó Kft

1441 Budapest 70. Pf. 74.

A Cédus Kiadó ajánlata

Szépirodalom

Régi ár Új ár

Pinto: Bolyongás (Pikareszk regény)	299,-	199,-
José Saramago:		
Ricardo Reis halálának éve (Regény)	298,-	199,-
Marsall László: Város papírmadárból (Válogatott versek)	149,-	99,-
Nemes István: Az öböl (Regény)	195,-	59,-

Tudományos-fantasztikus irodalom

Isaac Asimov: Fantasztikus utazás I.	219,-	99,-
Isaac Asimov: Fantasztikus utazás II.	295,-	99,-
Isaac Asimov: Űrvadász sorozat I–VI. (kötetenként)	179,-	99,-
Arthur C. Clarke: Földfény	199,-	99,-
Arthur C. Clarke–Gentry Lee: Bölcső	299,-	179,-
Michael Crichton: Az átprogramozott ember	219,-	99,-
John Brunner: A kozmosz hiénái	149,-	59,-

Számítástechnika

Számítástechnikai Alaplexikon II. (Adatkommunikáció és számítógép-hálózatok)	356,-	299,-
Informatikai Alapszókincs (15 000 szavas angol–magyar szótár)	356,-	299,-
BBS (mágneslemez melléklettel)	656,-	599,-
Számítógépes kommunikáció	356,-	299,-

Bármelyik kötet megvásárolható (hétköznapi 9–16-ig)
vagy megrendelhető postai utánvétellel a Kiadóban.



1087 Budapest Kőbányai út 21.
Tel./Fax: 269-9128



Cédrus Kiadó Kft
Felelős kiadó Sebestyén Ilona ügyvezető igazgató
Tördelőszerkesztő Megyes Zsuzsanna
Munkatárs N. Vári Márta
Borsodi Nyomda Kft.
Felelős vezető Ducsa György

ALAPLAP

MIKROSZÁMÍTÓGÉP MAGAZIN MÁGNESLEMEZ MELLÉKLETTEL

*... ami minden
PC-hez kell!*